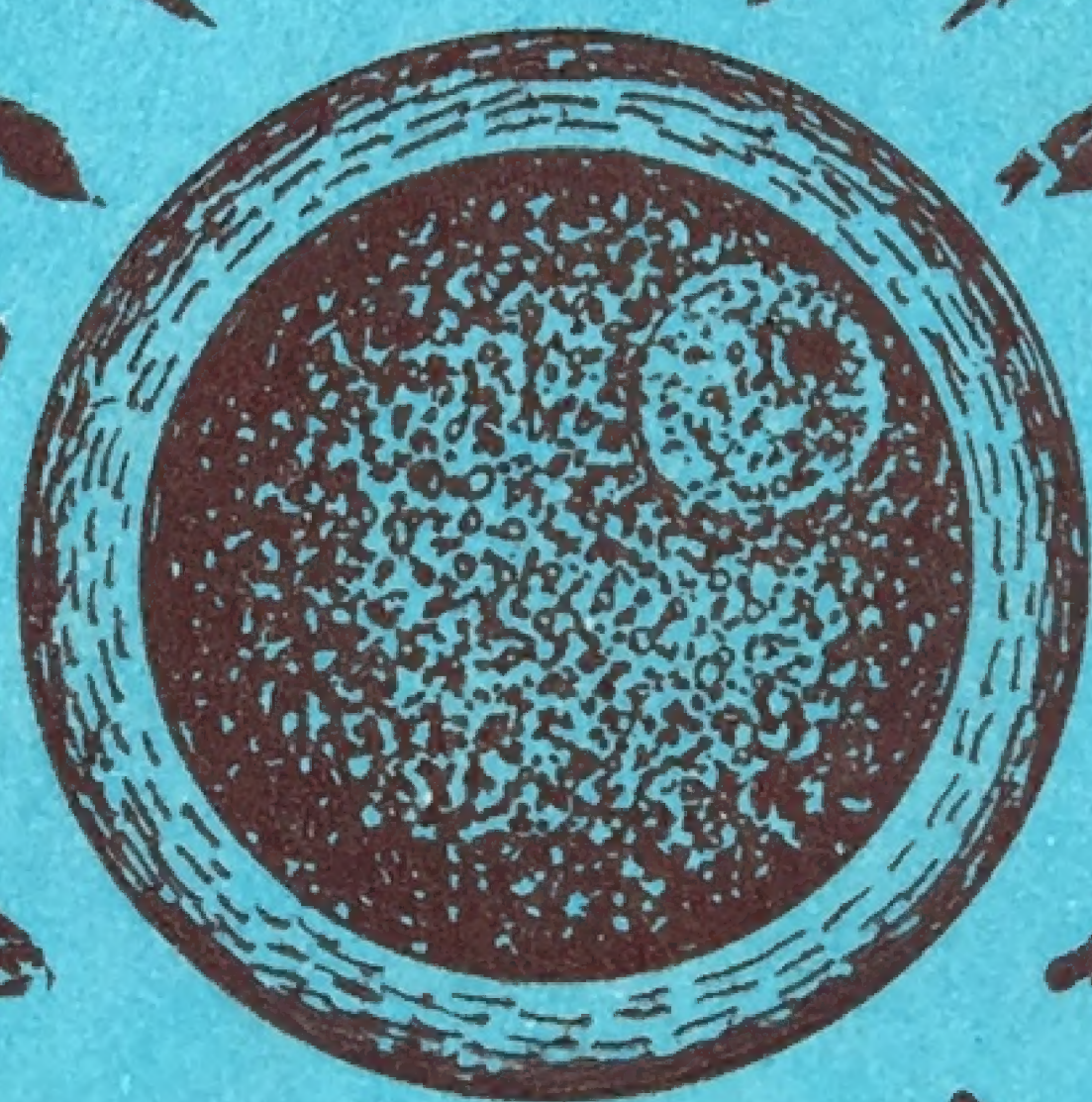


А.И. Брусиловский

# ЖИЗНЬ ДО РОЖДЕНИЯ





4

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК  
СРОКОВ ВОЗВРАТА

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ  
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ  
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. пред. выдач

652

3 ТМО Т. 1 млн. 3. 3986—83

151 403

151 403



А.И. Брусиловский

---

# ЖИЗНЬ ДО РОЖДЕНИЯ

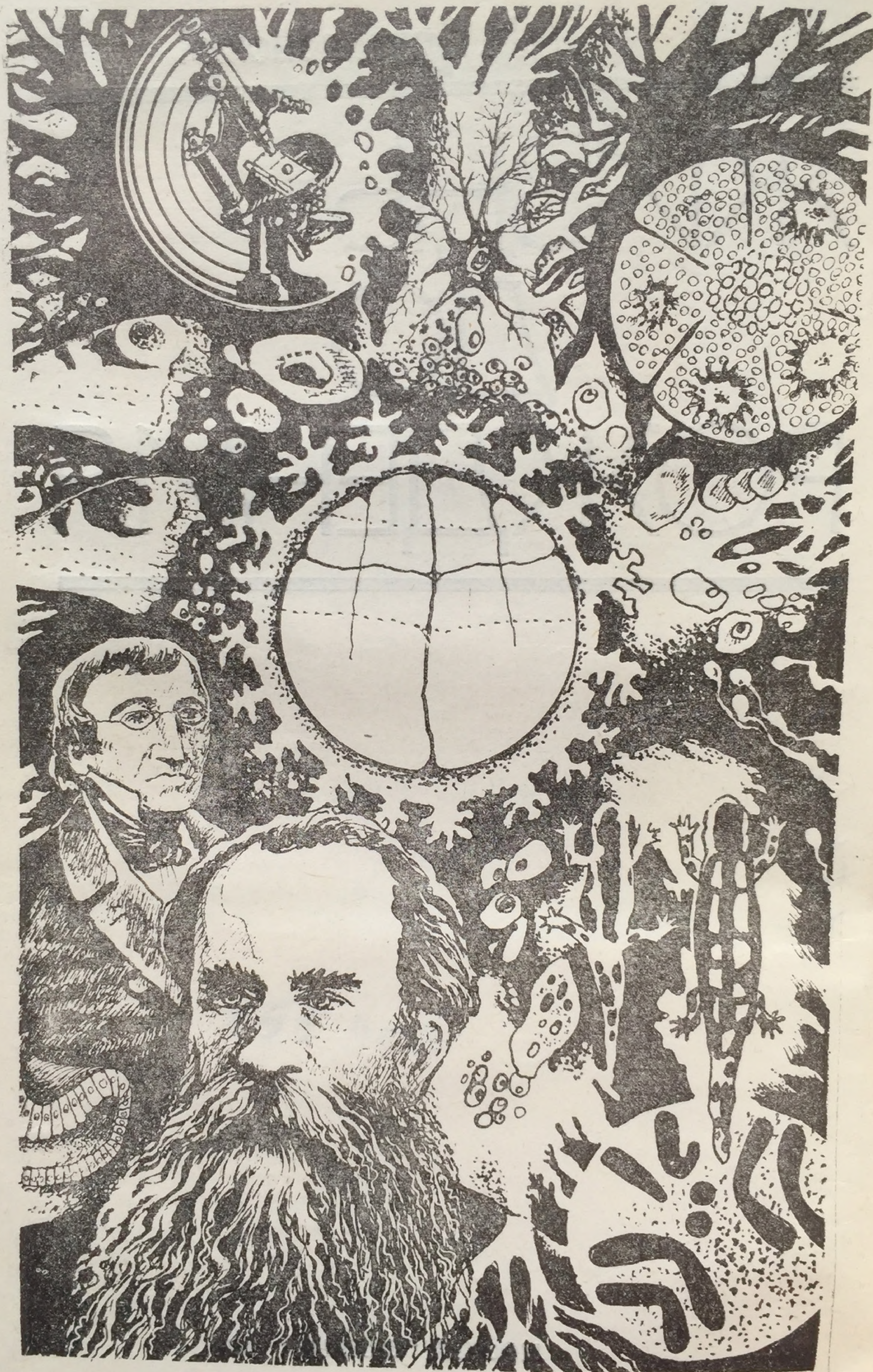
---

151 403

МОСКВА "ЗНАНИЕ" 1984

БИБЛИОТЕКА  
ОЗН-41





151403

01



АБОНЕМЕНТ

А. И. Брусиловский

28.8

589

# ЖИЗНЬ ДО РОЖДЕНИЯ

5A21

151403

01



ББК 28.8  
Б 89

Рецензенты: О. В. Волкова, член-корреспондент АМН СССР, Г. Я. Видершайн, доктор биологических наук, А. С. Леонтьев, доктор медицинских наук.

Предисловие ВОЛКОВОЙ Ольги Васильевны

Литературная запись Астаховой Валентины Григорьевны

Брусиловский А. И.

Б89 Жизнь до рождения.— М.: Знание, 1984.— 192 с.

35 к.

150 000 экз.

От чего зависит пол ребенка, как установить, здоров ли плод, как складывается наследственность человека и каковы на сегодняшний день возможности ее изучения — вот вопросы, которые рассматривает автор в этой книге.

Для широкого круга читателей.

2007010000-016  
Б 073(02)-84 41-84

ББК 28.8  
5А2.1

© Издательство «Знание», 1984 г.



# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	5
От автора . . . . .	7
<b>I. На пути к знанию . . . . .</b>	<b>11</b>
1. Первые шаги . . . . .	11
2. «Все живое — из яйца!» . . . . .	22
3. Ева или Адам? . . . . .	26
4. Кунсткамера Петра I и академики России . . . . .	29
5. Эмбриологи начинают сравнивать... . . . .	35
6. Эмбриологический эксперимент. Возможно ли? . . . .	39
<b>II. К истокам жизни . . . . .</b>	<b>47</b>
1. Девственное развитие . . . . .	47
2. Гимн яйцу . . . . .	50
3. Ода в честь клетки, обладающей самостоятельным дви- жением . . . . .	52
4. И в мать, и в отца . . . . .	54
5. Мальчик или девочка? . . . . .	57
6. «Погасите свечу, они выходят на свет!» . . . . .	59
<b>III. От клетки — к организму . . . . .</b>	<b>63</b>
1. Как начинается новая жизнь . . . . .	63
2. Что такое развитие? . . . . .	70
3. Современный взгляд на старые проблемы . . . . .	76
4. Химия развития в трудах крымских эмбриологов . . . .	80
5. Индивидуальное развитие и эволюция . . . . .	82
<b>IV. Интервью с неродившимся младенцем . . . . .</b>	<b>88</b>
1. Первые месяцы жизни . . . . .	88
2. Его уже не называют эмбрионом . . . . .	96
3. Если разобрать его на части... . . . .	98
4. Когда начинать воспитание? . . . . .	103
5. Чудеса превращений . . . . .	108
<b>V. Препятствия, которые надо преодолеть . . . . .</b>	<b>111</b>
1. Первый в жизни барьер . . . . .	111
2. Диагнозы до рождения . . . . .	119
3. По законам Менделя . . . . .	121
4. С кем мы в кровном родстве? . . . . .	126
5. Макаки резус и желтые младенцы . . . . .	130
6. Генетика человека . . . . .	134
7. «Родила царица в ночь...» . . . . .	142
<b>VI. Преследования злого рока? . . . . .</b>	<b>149</b>
1. Глава, от которой покоробит эстетов . . . . .	149
2. Человек — дитя природы . . . . .	156
3. Лишняя чашка кофе . . . . .	161
4. Страшные последствия от «прекрасных» лекарств . . . .	166
5. Слишком сильный ветер, Слишком большой шум, Слишком яркий свет . . . . .	170
6. Опасные болезни . . . . .	172
<b>VII. Несколько решенных и нерешенных проблем . . . . .</b>	<b>177</b>
1. Дети из колбы . . . . .	177
2. Каким он будет, человек будущего? . . . . .	180
3. Можно ли родиться вновь? . . . . .	184
Литература . . . . .	190



## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Эмбриология занимает важное место в комплексе наук, на которых строится изучение и управление индивидуальным развитием животных и человека. Исторически Россия явилась родиной эмбриологии — крупнейшие из обобщений этой науки XIX века сделаны учеными, работавшими в России. В Советском Союзе этой науке придается особое значение — с первых декретов Советской власти уделяется огромное внимание охране здоровья матери и ребенка, нашедшее широкое отражение в советском законодательстве, прежде всего в Конституции СССР. В наших медицинских вузах работают самостоятельные факультеты, готовящие врачей-педиатров, а это в значительной мере отличает наш учебный процесс и нашу науку от зарубежных.

Наиболее существенные для человечества приложения эмбриологии относятся к области медицины. В настоящее время ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что без разработки медицинских аспектов современной эмбриологии невозможно решать поставленные перед здравоохранением важные задачи: в центре внимания медиков — лечение и профилактика врожденных и наследственных заболеваний, решение проблем бесплодия, трансплантация органов и тканей, злокачественного роста и многих других. По данным Всемирной организации здравоохранения, до 15 процентов браков остаются бесплодными, до 30 процентов зародышей погибают в первые дни после оплодотворения, у одного процента новорожденных обнаруживаются пороки развития. У значительного процента школьников проявляется патология, причина которой — в дефектах, возникших до рождения.



В общем деле борьбы за здоровье человека большая роль отводится популяризации научных знаний. Множество книг и статей посвящено достижениям современной генетики и молекулярной биологии. И очень мало — эмбриологии, в частности, ее истории: можно по пальцам перечесть немногие источники, изданные сравнительно недавно. Все вышесказанное определяет актуальность издания книги А. И. Брусиловского «Жизнь до рождения», в которой изложены сведения, представляющие интерес как для медиков, так и для широкого круга читателей.

Автор книги является специалистом в области эмбриологии человека. Читатель, несомненно, с интересом узнает об основателях крымской эмбриологической школы, где вырос и автор, и основных направлениях исследований, проводимых ее воспитанниками.

Знаменательно, что книга, обобщающая теоретические и практические достижения крымской эмбриологической школы, выходит в год 200-летия Симферополя.

Книга не только подводит итог накопившимся знаниям, но ставит перед читателем новые вопросы, заставляет глубже вникнуть в суть проблемы — в этом ее основное достоинство. Чрезвычайно ценно, что знакомство с «Жизнью до рождения» будет одинаково полезно и интересно будущей матери, молодой семье, студенту-медику, и биологу, и врачу.

Эмбриология стоит на пороге новых открытий и достижений. Не подлежит сомнению, что советские эмбриологи, выполняя решения XXVI съезда КПСС о развитии фундаментальных наук и тесной связи научных достижений с практикой, внесут новый вклад в дальнейшее развитие эмбриологии, и многие вечные вопросы жизни до рождения найдут свое решение еще в этом столетии.

*Член-корреспондент АМН СССР,  
доктор медицинских наук, профессор  
О. В. ВОЛКОВА*



## ОТ АВТОРА

---

Мысль написать такую книгу возникла давно. Но лишь в последние несколько лет в связи с необычайным прогрессом в биологии вообще (недаром ведь нашу эпоху называли «веком биологии») резко возросла практическая значимость науки о первых этапах развития человека и животных — науки, названной эмбриологией. Эмбриология из чисто теоретической все быстрее становится наукой, связанной с практикой. Особенно разительны уже ее нынешние успехи в животноводстве и медицине.

Эмбриология изучает самый ранний период жизни, который скрыт от нашего взора. Нам дано непосредственно наблюдать судьбу человека лишь после рождения. А до рождения? Что происходит в этот период? Познание сложных и необычайно важных биологических процессов, которые предшествуют рождению, доступно только ученым.

Материалы на эту тему постепенно накапливались и должны были стать основой рукописи примерно такого названия: «Популярная эмбриология». Как «Занимательная физика» или «Занимательная алгебра» и многие другие аналогичные книги, увлекательные и популярные, книги о разных науках, их истории и достижениях сегодняшнего дня. Но может ли на это претендовать эмбриология? С одной стороны, всегда эта тема считается слишком деликатной, как будто все мы, действительно, поверили в легенду об аисте, приносящем наших детей. А с другой — рассказ о жизни до рождения может показаться сложным и недоступным пониманию неспециалистов. Но несмотря на это, я уверен, что такая книга, несомненно, имеет право на существование и найдет своего читателя. И вот почему.



Успехи медицинской науки последних десятилетий и откровенный разговор о ее достижениях значительно повысили грамотность населения в области биологии человека, научили профилактике заболеваний, культуре быта и гигиене, борьбе за долголетие. Сейчас большинство советских людей знают и умеют на научной основе организовать режим питания, понимают смысл мер по профилактике большинства заболеваний, грамотно оценивают последствия вредных привычек и успешно борются с ними.

Мы являемся свидетелями того, что сейчас уже школьница знает, как себя вести, чтобы не испортить фигуру, в любой компании вам расскажут, чем вреден избыток сахара и мучного, сколько витков на стадионе нужно сделать после каждого пирожного. Но попробуйте выяснить вслед за этим, почему в одной семье три мальчика, а в другой — четыре девочки...

Или спросите у будущих родителей, что почувствует еще не родившийся ребенок, если женщина, готовящая стать матерью, выпьет две-три чашечки кофе или выкурит сигарету. Спросите... И вы убедитесь, что очень мало еще известно о жизни до рождения. А ведь именно в этот период во многом определяется биологическая судьба организма на все последующие годы. И до сих пор эта область биологии человека понимается часто мистически, а о некоторых ее разделах читатель вообще не осведомлен. Действительно, если даже неспециалист хорошо знает, от чего, например, возникают язва желудка и болезни сердца, то вряд ли кто-нибудь из них понимает, когда, не говоря уже о том, как появляются и формируются эти и другие органы.

Вот почему с течением времени замысел книги начал меняться. Возникло стремление как можно более популярно изложить основные современные данные (а не только занимательные факты), которые объясняют раннее формирование человека и характеризуют его жизнь до рождения.

Искушенный в этих проблемах читатель в некоторых местах наверняка улыбнется той легкости, с которой обсуждаются порой сложнейшие научные факты. Но автор видит сейчас свою задачу не в том, чтобы решить трудные и крайне интересные вопросы эмбриологии, а в том, чтобы задать их и ответить на них в общедоступной форме.



Вряд ли книга ответит на все вопросы, которые могут возникнуть, о жизни до рождения. Поиск ответов на некоторые из них лучше продолжить в специальных руководствах, на другие... их нет еще в науке. Книга в какой-то мере субъективна: в ней затронуты те проблемы, которые близки автору в педагогическом и научном плане. Но если в конце концов у читателя сложится представление о том, что именно до рождения во многом определяется судьба человека, и в связи с этим родители почувствуют (в самом широком смысле этого слова) ответственность за судьбы будущих поколений, автор будет считать свою задачу выполненной. В каждой семье теперь уже должны знать, что забота о счастье ребенка начинается еще до его рождения.

В нашей стране, как ни в одной другой, с самых первых лет существования Советской власти государство заботится о здоровье матери и ребенка. К услугам каждой женщины квалифицированная помощь и консультации врачей. В профилактике разного рода нарушений, болезней велика роль популяризации знаний. Чем сложнее становится наука, тем труднее задача популяризатора. Чем сильнее власть науки, тем важнее рассказывать об этом людям.

Рассказ об эмбриологии — науке, связанной с чарующей загадкой жизни, — я посвящаю светлой памяти великолепных популяризаторов науки: основателя крымской эмбриологической школы, моей *alma mater*, доктора медицинских наук, профессора Бориса Павловича Хватова, привившего вкус к научной работе десяткам молодых людей и очень деликатно, немногословно увлекшего меня на путь научных раздумий, и заслуженного работника высшей школы УССР, доктора медицинских наук, профессора Юрия Николаевича Шаповалова, бескорыстно открывшего мне суть педагогического мастерства и умения владеть словом. Моя бесконечная благодарность всем, кто меня учил добру и азбуке жизни в науке, у кого мой творческий поиск находил доброжелательный отклик. Моя благодарность и читателям, проявившим интерес к эмбриологии.

Итак, остается перевернуть страницу и начнется рассказ об эмбриологии «вчера, сегодня, завтра», рассказ о жизни до рождения, необходимый для того, чтобы после рождения эта жизнь не омрачалась. В здоровье своих детей заинтересована каждая семья, а в здоровье новых



поколений — общество. Многое зависит от нас с вами, от умения претворять в жизнь наши знания. Каждый человек должен сделать все, что в его силах, чтобы накопленные веками материальные и духовные ценности перешли к поколению здоровых людей, способных вести общество к дальнейшему прогрессу.

В нашей стране традиционная забота о детях нашла яркое отражение в Конституции, основном законе Союза Советских Социалистических Республик. Государство принимает специальные меры по охране труда и здоровья женщин, создает условия, позволяющие женщинам сочетать труд с материнством, обеспечивает правовую и материальную поддержку материнства и детства. Словом, создаются все условия к тому, чтобы наши дети были здоровыми и счастливыми. Забота родителей и медицинских служб — сделать все для достижения этой высокогуманной цели. Начиная с периода, когда ребенок еще не родился.

НА ПУ

«...В чаще  
густом лесу,  
она уже давно  
вещали ее ре  
лопухе да кр  
плавать по ка  
Но вот, на  
Пи-и!» — послы  
тами и высунули  
Читая эти стр  
ва сказку Андерс  
на первый взгляд  
ние — рождение у  
как правило, не за  
нием зародышей.  
мать всего лишь на  
Каким образом зар  
ся организм?  
Этот вопрос сразу  
рыбный берег беск  
отладной, глубина — с  
...создать  
...огню. В  
...чел



# I

## НА ПУТИ К ЗНАНИЮ

Истина может на время быть  
затемнена заблуждением, но ее свет рано  
или поздно пробивает тучи.

*Гельвеций*

### 1. Первые шаги

«...В чаще лопуха было так же глухо и дико, как в густом лесу, и вот там-то и сидела на яйцах утка. Сидела она уже давно, и это ей порядком надоело, потому что навещали ее редко — другим уткам было скучно торчать в лопухе да крякать вместе с нею, им больше нравилось плавать по канавам.

Но вот, наконец, яичные скорлупки треснули. «Пи-и! Пи-и!» — послышалось из них. Это зародыши стали утятами и высунули головы из скорлупок».

Читая эти строки, кто не вспомнит знакомую с детства сказку Андерсена о гадком утенке? Кого удивит это, на первый взгляд, самое обыкновенное житейское явление — рождение утят! Испокон века люди наблюдали его, как правило, не задумываясь над удивительным превращением зародышей. Но если все-таки дать себе труд подумать всего лишь над одним вопросом: как это происходит? Каким образом зародыш превращается в сформировавшийся организм?

Этот вопрос сразу же будто ставит человека на обрывистый берег бескрайнего океана. Даль кажется неоглядной, глубина — бездонной. Чтобы получить ответ, потребовалось создать целую науку о жизни до рождения — эмбриологию. Впрочем, одна из величайших тайн природы волновала человечество всегда, задолго до того, как появилась эта наука...

Помните, как там дальше, у Андерсена?

«На другой день погода выдалась чудесная, зеленый лопух был весь залит солнцем. Утка забрала всю свою



семью и заковыляла к канаве. Бултых! — утка шлепнулась в воду.

— За мной! Скорей! — крикнула она утятам, и те один за другим посыпались в воду.

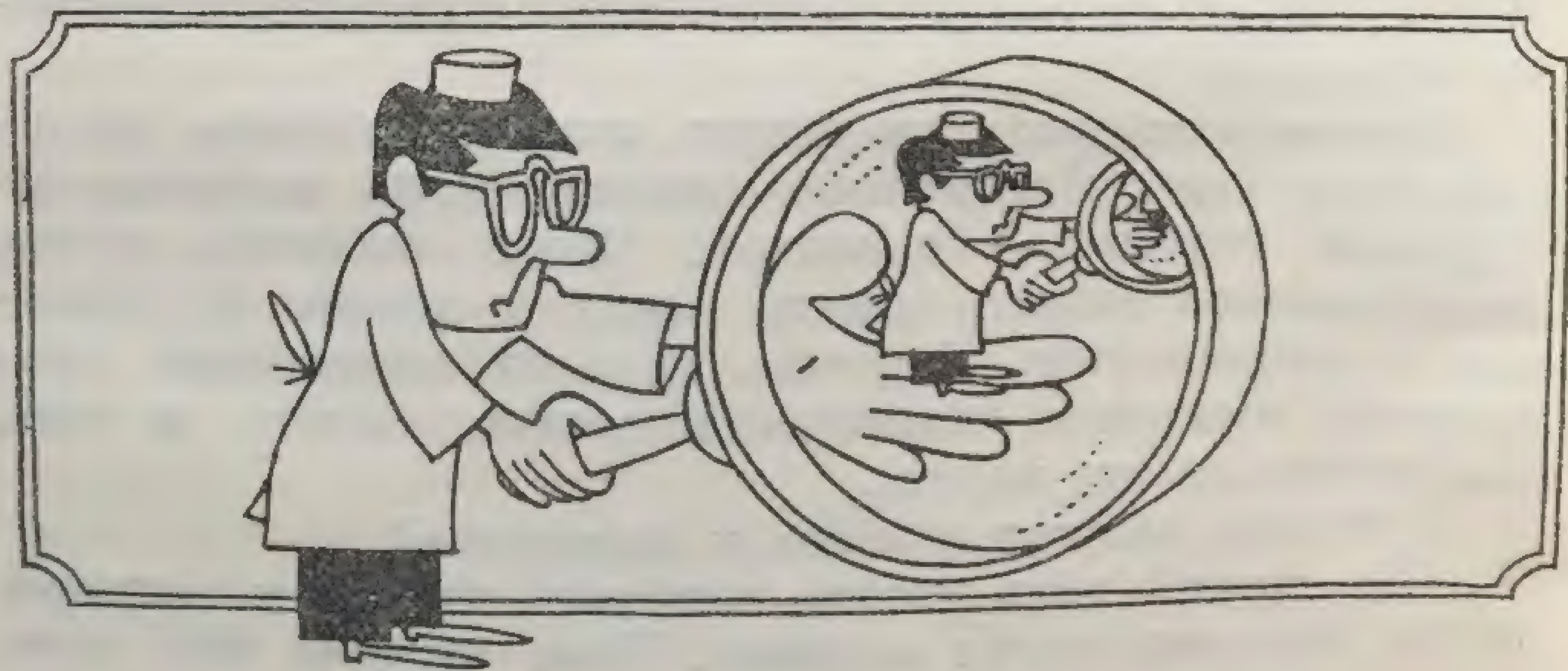
Сначала они скрылись под водой, но тотчас вынырнули и весело поплыли, лапки у них усердно работали, и безобразный серый утенок не отставал от других...»

Не прошло и суток после рождения, как утенок начал свободно плавать... Вылупившийся из яйца цыпленок тут же начинает ходить по земле... Новорожденные млекопитающих в большинстве случаев тоже очень быстро после появления на свет начинают самостоятельно двигаться... Все детеныши похожи на своих родителей, во всяком случае, не вызывает сомнения их принадлежность к тому же виду... Как? Почему? Каким образом?

Сразу же возникает вопрос за вопросом...

Долго это казалось непостижимым — превращение яйца в сложный организм. Яйца кур, уток, гусей можно в разное время разбивать и смотреть, что произошло внутри. Гораздо сложнее наблюдать за внутриутробным развитием млекопитающих животных или человека.

Однако, как когда-то заметил Цицерон, наш разум по природе своей наделен неутомимой жаждой познавать истину. История любой науки свидетельствует об этом. Истоки эмбриологии теряются в веках, дату ее появления установить невозможно. Скорее всего, первые наблюдения и гипотезы появились вместе с первым *Homo sapiens* на Земле. Разум этого первого Homo уже делал попытки проникнуть в тайну тайн жизни. Но об этом мы можем лишь строить догадки...



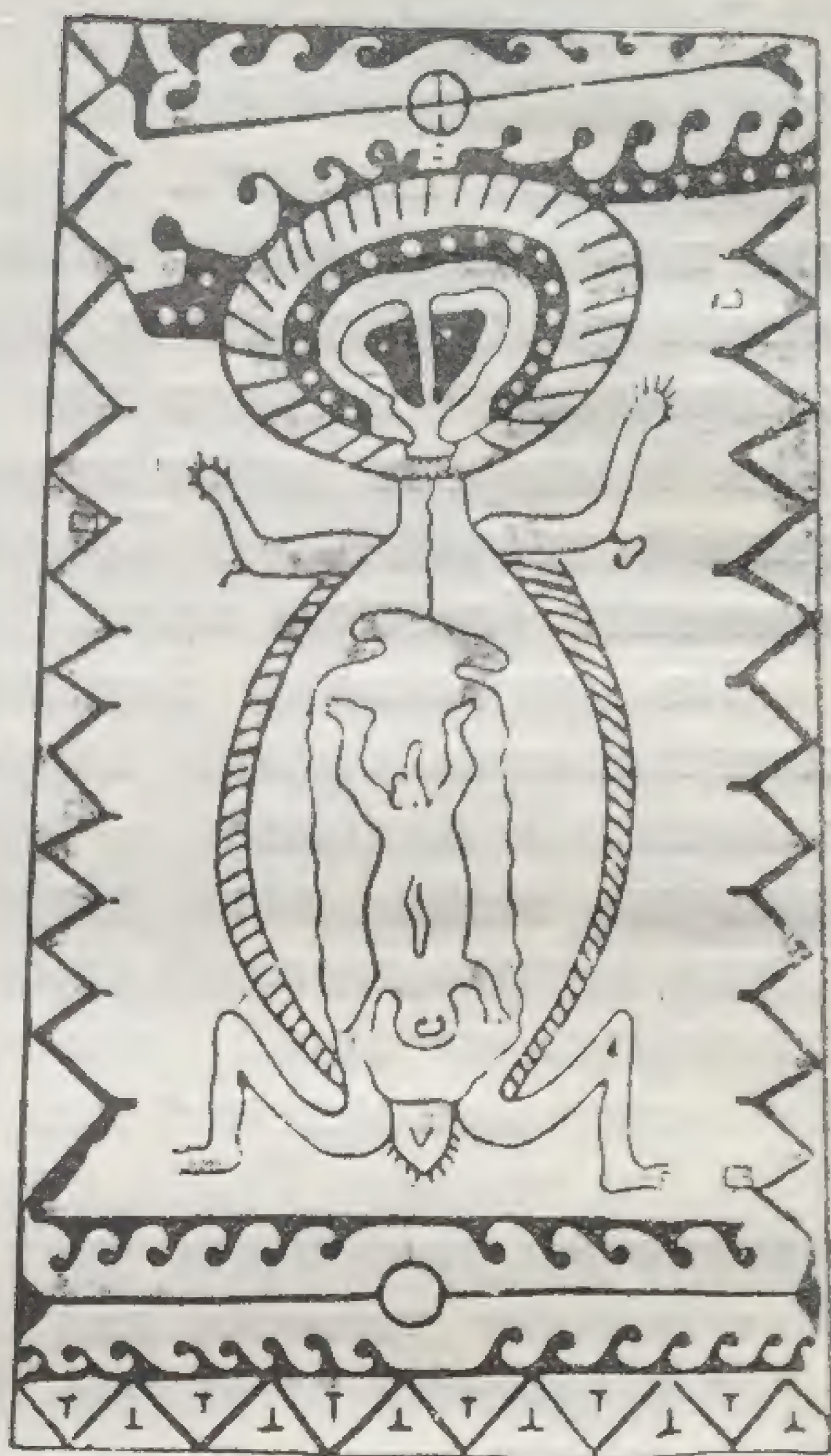


Несколько определеннее можно судить об эмбриологических представлениях у древних индусов, поскольку кое-что сохранилось в их «Книге жизни» — Аюр-веде. Представления эти часто были наивными, в большинстве своем — ошибочными, — человеческая мысль постигала тайну постепенно и следить за ее развитием не менее интересно, чем за развитием эмбриона.

«Все твердые части плода — от отца, все мягкие — от матери», — полагали древние индусы. Для возникновения зародыша необходимы четыре главные стихии: огонь, земля, вода и воздух. Не обойтись также без семени отца и крови матери. Избыток семени обуславливает рождение мальчика, избыток женского начала — девочки. Количественным равенством начал объясняли рождение разнополых близнецов...

Фантастические предположения шли вперемежку с конкретными, но еще очень неточными наблюдениями. Основываясь на них, полагали, что на четвертом месяце развития у человеческого плода можно различить туловище и сердце, на пятом — руки, ноги, голову; на шестом — у него появляются волосы, ногти, кости, сухожилия и вены, а на седьмом — все остальное.

Позже появились представления о неизменных наследственных качествах, от которых зависело сходство детей с родителями, о том, что в первый месяц развития зародыш студнеобразен, на втором — он отвердевает под воздействием холода, тепла и воздуха, на третьем и четвертом — у него появляются органы, а позднее — сознание и разум.



Раскрашенная резная дверь из Голландской Новой Гвинеи (из Дж. Нидхэма «История эмбриологии»). Сделана из желтовато-коричневого дерева. Мужской зародыш изображен отчетливо, но художник, видимо, не имел четких представлений о пуповине



Что возникает прежде — сердце, голова или пупок? Об этом долго велись споры.

Древний Египет... Представьте торжественное, пышное шествие — свита сопровождает фараона, одетого в ослепительные одежды. Медленно движутся носилки, на которых он восседает под опахалами из пальмовых листьев, а впереди несут знамя с изображением... его царственной плаценты. В Египте во всех династиях фараонов плацента (детское место) считалась обиталищем души.

На протяжении многих веков у разных народов два таинственных органа, связанные с рождением ребенка, — плацента и пуповина — особо почитались. Верили, что некоторые части тела, даже отрезанные от него, остаются с ним в таинственной связи. Благодаря ей они продолжают влиять на судьбу человека. Например, если сохранить пуповину или детское место и обращаться с ними как следует, то человек будет преуспевать. Если, наоборот, этим предметам причинить вред или потерять их, это неизбежно повредит данному лицу.

Английский этнограф Дж. Дж. Фрезер собрал в своем фундаментальном 12-томном труде «Золотая ветвь» множество поверий разных народов, связанных с плацентой, пуповиной. Оставив на время Древний Египет, познакомим читателя с некоторыми из них.

У аборигенов Австралии бабушка уносила плаценту и зарывала ее в песок — часть духа ребенка оставалась в ней. Вокруг места, где она зарыта, втыкали несколько веточек и связывали их вместе сверху. Таинственное божество Анжеа, благодаря которому происходит зачатие у женщин, так как оно помещает в их утробу детишек из грязи, придет и увидит отмеченное место. Анжеа возьмет остаток духа ребенка и унесет в одно из своих логовищ (в дерево, в лачугу или расселину скалы). Там дух может пребывать несколько лет, пока для Анжеа не представится случай впустить его в нового, только что родившегося младенца...

У батаков (племя на о. Суматра), как и у многих других народностей Индийского архипелага, детское место считалось младшим братом или сестрой ребенка. Батаки из Каро даже утверждали, что из двух человеческих душ истинная душа живет именно в детском месте, под домом: это душа, рожающая детей.

Племя баганда зарывало детское место, в котором оно видело двойника родившегося ребенка, у подножия бана-



нового дерева, отныне являвшегося неприкосновенным до созревания его плодов. Сбор плодов превращался в семейный и обрядовый праздник.

В одной из книг Дж. Дж. Фрезер приводит иллюстрацию: «Храм пуповины и челюсти царя баганда», на которой изображен шалаш из ветвей, крытый соломой, похожий на невысокий конус с широким основанием и маленьким прямоугольным входным отверстием.

На Понапе, одном из Каролинских островов, пуповину клали в раковину, которую помещали так, чтобы сделать ребенка наиболее способным к будущей профессии, выбранной для него родителями. Если хотели, чтобы он стал мастером лазать по деревьям, ее подвешивали к дереву. Австралийцы надеялись, что мальчик станет хорошим пловцом, если мать бросит его пуповину в воду. В Древней Мексике пуповину мальчика отдавали солдатам и просили зарыть ее на поле брани, чтобы в будущем мальчик стал прославленным воином. Пуповину девочки погребали близ домашнего очага, чтобы она стала хорошей хозяйкой.

Чироки зарывали пуповину девочки под ступкой для зерна, чтобы она сделалась со временем искусной булочницей, а пуповину мальчика подвешивали к дереву в лесу, чтобы он стал хорошим охотником.

«Даже в Европе немало людей верят еще и поныне<sup>1</sup>, что судьба человеческая более или менее связана с участием пуповины или детского места. Так, например, в прирейнской Баварии пуповину сохраняют в течение некоторого времени завернутой в кусок полотна, потом ее разрезают на куски ножом или иголкой, в зависимости от пола ребенка, чтобы мальчик сделался искусным работником, а девочка стала хорошей швеей. В Берлине обыкновенно повивальная бабка передает высушенную пуповину отцу, наказывая ему сохранять ее с величайшей заботливостью, так как пока ее хранят, ребенок будет жить, преуспевать и не болеть.

В Босе и в Перше остерегаются бросать пуповину в воду или в огонь, потому что это, согласно поверьям тех мест, означало бы, что ребенок утонет или сгорит».

Верования и обычаи, относящиеся к плаценте и пуповине, представляют замечательную аналогию широко рас-

<sup>1</sup> Дж. Фрезер подготовил к изданию первый том своего 12-томного труда к 1911 году.



пространенному верованию древних о переселении душ и обычаям, основанным на этом.

Не будем судить древних слишком строго. Человек, наблюдая за рождением ребенка, видел, как следом за ним появляется плацента и пуповина. Их истинное значение было ему непонятно, поэтому и появились поверия, заставляющие нас сегодня удивляться их наивности. Все это в старину принималось вполне серьезно. Как сказал Юлий Цезарь: «... вещи невиданные, скрытые или непознанные порождают в нас и больше веры, и больше страха...»

Нам еще предстоит ознакомиться с открытиями в связи с плацентой и пуповиной на страницах этой книги. Вернемся к истокам эмбриологии в Древнем Египте.

За 3000 лет до н. э. там знали инкубацию птичьих яиц. Яйца согревали или искусственным теплом, или теплом собственного тела, то есть это была (если не бояться некоторого преувеличения) своего рода экспериментальная эмбриология, вернее, сумма практических знаний, ей предшествовавшая.

Религиозная философия древних египтян пыталась ответить на очень сложный вопрос: когда боги (или божество) наделяют человеческий плод бессмертной душой?

1400 лет до н. э. уже были об этом довольно четкие представления, запечатленные в гимне, сложенном в честь бога Солнца Атона, главного из египетских богов.

Единый, непостижимый, состоящий из Неф — первобытного духа, Нет — материи, Себек — нераздельного времени и Пашт — бесконечного пространства, Атон в правление Аменхотепа IV стал богом любви, дарующим женщинам детей и утешающим их, когда они плачут. Слова гимна в честь Атона сохранились на стенах гробниц знатных вельмож:

О Атон, живущий, начавший жизнь,  
Оживляющий сына во чреве матери,  
Заставляющий его умолкнуть, прекращая  
его плач,  
Кормилица во чреве!  
Дающий воздух, чтобы оживить все  
им сотворенное!  
Когда же выходит он из чрева на землю  
В день своего рожденья,  
Ты отверзаешь широко ему рот для речи  
И творишь все нужное ему.  
Птенец в яйце говорит в скорлупе,



Ты даешь ему воздух внутри нее, чтобы оживить,  
И он идет на своих лапках, когда он выходит  
из него.

О, как многочисленно то, что ты сотворил,  
То, что скрыто от лица человека! <sup>1</sup>

Не правда ли, какая жизнерадостная, полная поэзии, красоты и мудрости картина эмбриологических представлений далекого от нас времени?

Можно было бы не заглядывать так далеко в глубь времен, если бы порой не встречались там здоровые мысли.

Может быть, плацента — орган питания зародыша? — предположил философ Древней Греции Диоген и был, несомненно, прав.

Возможно, на развитие плода оказывает влияние воображение матери? — спрашивал Эмпедокл, но не находил достаточно доказательств, чтобы это утверждать. Он высказывал любопытные суждения о происхождении близнецов и различных уродств у плода.

Демокрит и Эпикур предположили, что в утробе матери зародыш питается через рот, однако оба ошиблись. Это, конечно, была лишняя оснований, чисто умозрительная гипотеза.

Мысли о человеческой жизни до рождения становятся серьезнее, гипотезы смелее и обоснованнее у великого врача античного мира Гиппократ (460—370 гг. до н. э.). В сочинениях «Афоризмы», «О природе женщины», «О семимесячном плоде», «О сверхплодотворении» и «О природе ребенка» он не только сумел систематизировать знания в области эмбриологии, накопившиеся к его времени, но и пополнить их собственными наблюдениями.

Гиппократом была впервые высказана гипотеза, что дыхание плода осуществляется через пуповину, а появление на свет происходит потому, что ему начинает не хватать пищи.

«Плод, — писал он в одном из своих трактатов, — требуя себе больше пищи, чем ее имеется, извиваясь, разрывает оболочки и, освободившись от уз, вместе с ними выходит наружу. И все это происходит, самое большее, на десятом месяце» <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> По кн. Э. Матъе. Во времена Нефертити. М.—Л., 1965, с. 34, 35—36.

<sup>2</sup> Дж. Нидхэм. История эмбриологии. М., Гос. изд-во иностр. литературы, 1947, с. 38—45.



Когда он пытался объяснить механизм и причины развития плода, предположив, что все части зародыша образуются в одно и то же время и что ни один из органов не возникает раньше или позже другого, он грубейшим образом ошибался. Авторитет Гиппократ был велик, и ошибку долго не опровергали. Да и кто мог знать, как обстоит дело в действительности? В последующие столетия ошибка Гиппократ укрепились в обновленной форме и была опровергнута лишь по мере накопления знаний.

Почему дети похожи на родителей? Что передает родительские признаки потомству?

Гиппократ пытался ответить и на эти вопросы, не подозревая, что пройдет ни много ни мало — 2300 лет, прежде чем люди сумеют постичь тайну наследственности.

На протяжении почти двух тысячелетий в эмбриологии господствовали идеи, родственные тем, которые сформулировал другой великий авторитет во многих областях знания — Аристотель (384—322 гг. до н. э.).

Сущностью всего живого Аристотель считал «энтелехию» (буквально это слово переводится: «имеющая цель в самой себе»). Так он понимал «душу», отличавшую живые организмы от тел неживой природы. Развитие животного и человека начинается с оплодотворения, в котором участвует мужское и женское семя. Первое, по Аристотелю, обладает чувствующей душой, второе — питательной. Отец дает плоду источник движения, мать — материю. Начавший развиваться зародыш в неопределенном виде содержит все части будущего организма... Развитие идет потому, что неразвившийся зародыш содержит природу матери в виде неоформленного начала. Развивающийся зародыш и сформировавшийся организм представляют собой некое единство, свойства которого нельзя свести к свойствам его отдельных частей...

Аристотель долго, изо дня в день, следил за развитием цыпленка и впервые увидел, как в зародыше расплывчатых очертаний постепенно намечаются и обособляются отдельные части тела будущей взрослой птицы.

Как и почему растет зародыш? Чем питается? Чем зародыши одних животных отличаются от зародышей других?

Эти вопросы интересовали гениального мыслителя, но он был далек от ответа на них. Так же, как и его учитель Платон (427—347 гг. до н. э.), Аристотель верил в возможность самозарождения жизни. Он утверждал,



что черви, моллюски, губки и рыбы могут родиться из морского ила, а растения рождает гниющая почва или разлагающиеся остатки других растений... Со времени Платона и Аристотеля мысль о возможности самозарождения жизни надолго укоренилась в умах естествоиспытателей. Она тормозила развитие эмбриологии. Для многих организмов вопрос об их естественном развитии снимался, ибо как они могли развиваться, если в готовом виде их производила земля, вода, гниль или нечистоты?

\* \* \*

В средние века три «отца» христианской церкви — Августин Блаженный, Василий Великий и Фома Аквинский — продолжали развивать идеи Аристотеля, приспособивая их к христианской религии. Каждый из них верил в возможность самозарождения жизни. Монах-отшельник Василий Великий (IV в. н. э.) в одной из своих проповедей о шести днях творения говорил о том, что поскольку не было отмены указания всевышнего о рождении землею птиц, мышей, лягушек, деревьев и трав, то это указание продолжает оставаться в силе.

По приказу бога, воды были одарены продуктивной силой, «илистые и болотистые места дали жизнь лягушкам, мушкам и комарам». «Эта энергия и продуктивная сила, — говорил он, — останутся за ними до конца мира».

Исидор Севильский популяризировал учение о способности земли и воды творить жизнь. Он подкреплял учение такими примерами: «Пчелы образуются из разлагающейся телятины, тараканы из лошадиного мяса, кузнечики — из мяса мулов, скорпионы — из крабов». Чтобы придать еще большую убедительность своим словам, он ссылаясь на библейский рассказ о Навуходоносоре, утверждая, что люди так же, как некоторые животные, способны превращаться в свиней, волков и сов.

XII век. Петр Ломбардский после «научных изысканий» (достойных пера Джонатана Свифта, когда великий сатирик повествует об опытах ученых Лапутянской академии) установил различие между животными, образующимися из падали, и животными, сотворенными землей и водой. Это «исследование», несомненно, вошло в золотой фонд средневековой «науки».

В следующем столетии учение о самозарождении достигло своих вершин и приняло окончательную форму в трудах Фомы Аквинского.



Знаменитость средневековой церкви, Фома Аквинский и сейчас считается у католиков источником мудрости.

В наиболее значительном своем труде — «Summa Theologie», развивая взгляды Аристотеля, он писал о некоторых животных, образующихся из гниющих остатков растений и животных.

Ему принадлежат также попытки объяснить развитие плода человека. По его мнению, вещество плода — от женщины, а форма его — от мужчины. Женское начало — мрамор, из которого мужское начало, как резец, создает новый организм.

В истории эмбриологии эта мысль часто встречалась и позже. Сейчас она звучит не более как метафора, и нам трудно даже представить, что естествоиспытатели прошлого могли ее понимать буквально.

Впрочем, нет ничего легче, как высмеивать представления, владевшие умами 200 или 2000 лет назад. Гораздо труднее попытаться понять, почему именно так, а не иначе люди в своем познании отражали объективный мир.

Истоки идеи, что бог вселяет душу живую и в мозг зародыша, и в неодушевленные предметы, способные порождать животных и растения, тянутся к тому времени, когда человек наделял окружающую природу теми свойствами, которые находил в самом себе.

Одушевление и даже обожествление воды, огня, камней, растений и животных связывалось с представлением, что всякое движение — результат осмысленной деятельности. Никакой грани между живой и неживой природой. Движение воды, ветра, облаков, падение камней, полет птицы, рост былинки — все приписывалось «душе», присущей каждому предмету, каждому животному или растению.

К средневековым философам и естествоиспытателям (часто они были и теми и другими одновременно) эта мысль пришла от Аристотеля. Не обошла она и врачей. Последователем Аристотеля в Риме был один из великих врачей древности, непререкаемый авторитет в медицине вплоть до XV—XVI веков — Гален (130—200 гг.). Выдающийся исследователь, он внес свой вклад и в эмбриологию. Это он впервые выделил четыре стадии в развитии зародыша.

Спустя более 200 лет после смерти Галена началась эпоха средневековья.

Ее началом считают 440 год, когда Аларих, вождь готов, захватил Рим. Средневековье длилось более тысячи



лет. Очень хорошо о нем сказал историк итальянской литературы Адольф Бартоли:

«Как будто разум окутался саваном, чтобы сойти в могилу, где он оставался много веков. Свет мысли погас. Мир со своими радостями, природа со своими красотами перестали говорить сердцу человека. Высочайшие устремления духа стали признаваться грехом. Небо нависло над землей и душило ее в чудовищных объятиях».

Учение Аристотеля в XIII веке проповедовал немецкий теолог и философ Альберт Великий. Он написал книгу о животных, в которой выступил против широко распространенного тогда мнения, что некоторые птицы растут на деревьях и питаются их соком, а животные иногда зарождаются в воде из остатков гниющего дерева...

Естествоиспытатели средневековья часто писали в своих сочинениях удивительные вещи. Как незыблемо верные на протяжении веков передавались сведения из труда о животных «Бестиарии», написанного в IV веке. Читатель мог почерпнуть из «Бестиариев» следующие эмбриологические познания: «Львица рождает детенышей, которые остаются три дня безжизненными. Затем приходит лев, дышит на них и оживляет их... Точно так же Иисус Христос был лишен жизни в течение трех дней, но бог-отец воскресил его во славу свою».

Одним из наиболее блестящих представителей «натуралистов» средневековья был монах-францисканец, англичанин Бартоломей. В своем «научном» труде «Свойства вещей» он уделил много места драконам и василискам, описывая их с такими подробностями, будто они в действительности существовали. Книга Бартоломея в XV веке выдержала около 10 изданий на латинском языке, она была переведена и на другие европейские языки.

Какое бы то ни было исследование природы строго порицалось духовенством. Однако свет мысли не погас. Наступившее Возрождение принесло ряд новых имен, сказавших свое слово в науке об индивидуальном развитии организма. В XV и XVI веках отдельные исследования, проводившиеся в разных странах, иногда ярким лучом высвечивали то, что веками было скрыто от глаз человека.

Серьезное изучение развития зародыша возобновилось лишь в XVII веке, когда естествознание в значительной мере освободилось от пут средневековой схоластики.



## 2. «Все живое — из яйца!»

Леонардо да Винчи жил в эпоху Возрождения, классическое определение которой во введении к «Диалектике природы» дал Энгельс: «Это был величайший прогрессивный переворот из всех пережитых до того времени человечеством, эпоха, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености»<sup>1</sup>. Среди титанов Возрождения Энгельс называет имя Леонардо, бывшего «... не только великим живописцем, но и великим математиком, механиком и инженером, которому обязаны важными открытиями самые разнообразные отрасли физики»<sup>2</sup>.

Гениальный Леонардо интересовался очень многим, в том числе — развитием зародыша. Он считал, что изучение анатомии человека нужно начинать с момента зачатия, а затем проследить, «...на какой ступени находится ребенок и способ, каким он питается, и рост его, и какой промежуток между одной его стадией и другой».

Не правда ли, современно звучат сегодня утверждения Леонардо да Винчи, которым более 500 лет: «Вены ребенка разветвляются не в веществе матки его матери, но в плаценте, которая служит как бы сорочкой, одевающей матку изнутри, с которой последняя связана, но не соединена непосредственно с помощью ворсинок». И действительно, позже было доказано, что кровь плода нигде не смешивается с кровью матери и что ворсинки плаценты контактируют со стенками матки, но не вросли в нее намертво. Он делал зарисовки плода в матке, описал его расположение, дыхание и питание. Его интересовали особенности строения плаценты человека и сосуды, проходящие по пуповине.

Наиболее удобным и доступным объектом для эмбриологических исследований был куриный зародыш. Тысячи наблюдений и экспериментов были сделаны на нем, начиная с Аристотеля, бесчисленным множеством исследователей. Первое, весьма несовершенное описание развития цыпленка в яйце принадлежит голландскому анатому Койтеру и относится к концу XVI века. Несколько позже

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 346.

<sup>2</sup> Там же.



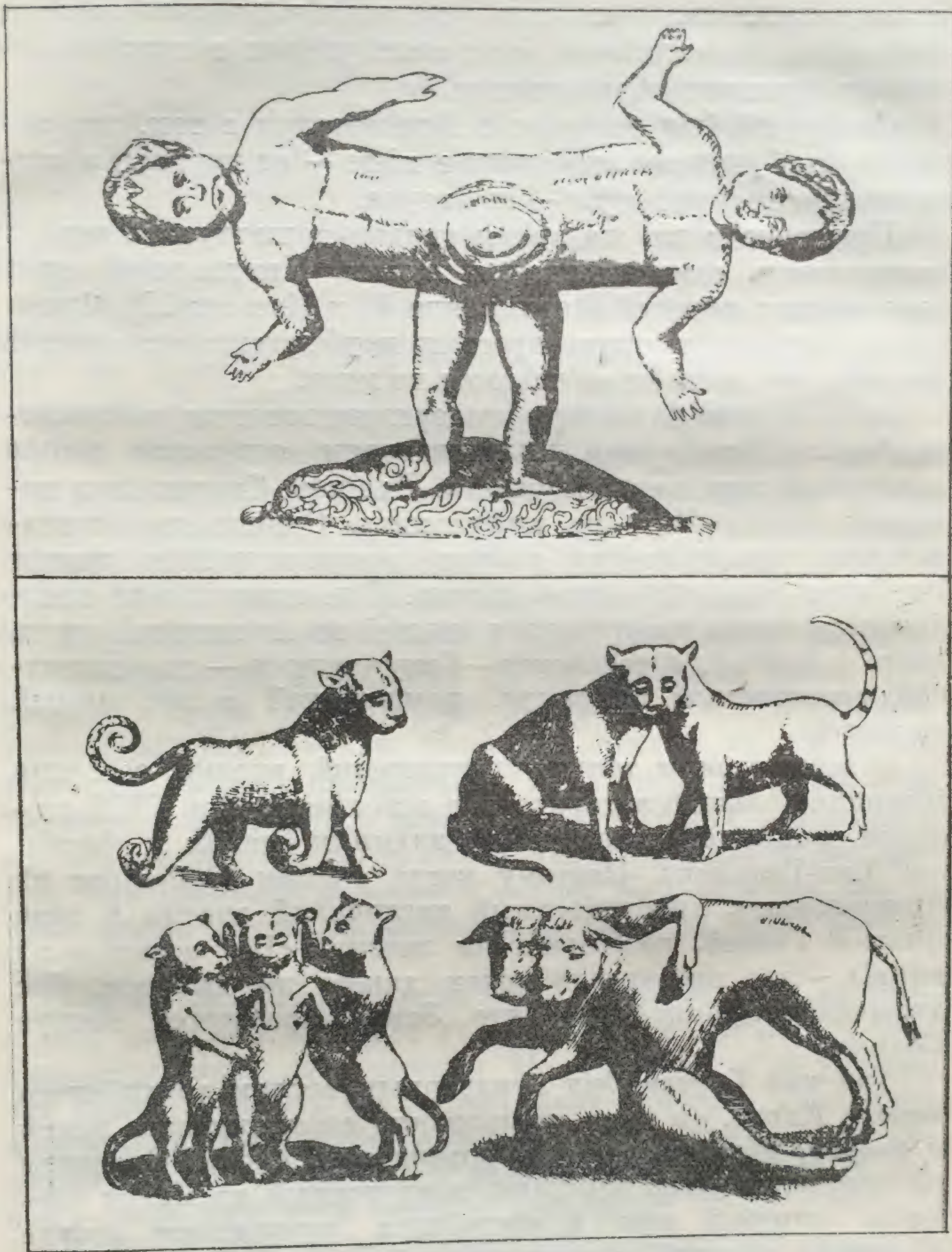


Иллюстрация из книги Фортуния Лицета  
«Уродства», 1665

итальянец Фабриций из Акваненденте попытался объяснить, как образуется цыпленок. Он предположил, что начало зародышу дают завитки плотной оболочки желтка, так называемые халазы.



Ему даже казалось, что в халазах находятся зачатки позвонков, их видимость создавали узелки в этих волокнистых белковых образованиях.

Фабриций был согласен с Аристотелем в том, что материя для будущего зародыша в яйце — от курицы, а «невидимый семенной дух» — от петуха.

Примерно в это же время сильно пошатнулась вера в возможность самозарождения жизни. Придворный врач итальянских королей Фердинанда II и Косьмы III, Франческо Реди, с помощью простых и убедительных опытов доказал, что мухи не рождаются из мяса.

В XVII веке благодаря усовершенствованию микроскопа Антони Левенгуком исследователям открылся дотоле неведомый мир живых существ. Лаццаро Спаланцани повторил опыты Реди на инфузориях. Однако до окончательного опровержения теории самозарождения жизни Пастером было еще очень далеко. Еще продолжали предлагать рецепты изготовления мышей из пшеничной муки, пыли и тряпок, а человечка — Гомункулюса — из «известной человеческой жидкости, помещенной в лошадиный желудок».

О возможности таких превращений вполне серьезно говорили большие авторитеты в естествознании XVII столетия, например голландский алхимик, медик и физиолог Ван-Гельмонт. Поэтому когда ученик Фабриция из Аквапенденте, прославленный английский анатом и врач Вильям Гарвей, категорически заявил: «Все живое — из яйца!» — это прозвучало почти таким же вызовом, как утверждение Коперника, что Земля вращается вокруг Солнца.

Так как Гарвей был придворным врачом английского короля Карла, он имел возможность анатомировать ланей и оленей, убитых во время королевской охоты. Однажды он показал королю зародыш, извлеченный из матки оленихи, который как в чистейшем стеклянном сосуде «...плавал гладкий и совершенный... в светлой, прозрачной и кристаллической жидкости... по величине соответствующий голубиному яйцу и одетый собственной прозрачной оболочкой».

Гарвей проследил развитие зародышей млекопитающих и цыпленка в яйце, начиная от таких ранних стадий, которые не были известны его предшественникам. Он верно понял значение двух составных частей яйца — белка и желтка: и тот, и другой потребляются по мере



роста цыпленка, который и растет, и питается под своей скорлупой. Он подметил то, чего не замечали его предшественники, — небольшое пятнышко на желтке, имеющееся в каждом яйце, и догадался, что это и есть начало цыпленка. А ведь и сейчас далеко не каждый, разбивая яйцо, знает, что маленькая светлая запятая, лежащая под скорлупой и другими оболочками, не что иное, как будущий цыпленок.

Большинство естествоиспытателей, современников Гарвея, думали, что у зародыша с первых этапов его развития все органы уже существуют в готовом, но как бы сжатом виде. «Ни одна часть будущего плода не существует в яйце актуально, — возражал им Гарвей, — но все части находятся в нем потенциально». Развитие может быть образованием структуры из заранее подготовленного материала. Как в скульптуре — создание статуи из куска мрамора. Он называл резкие, скачкообразные перестройки в развитии метаморфозом. Так, например, развиваются насекомые, у которых он не наблюдал роста. (Во времена Гарвея «насекомыми» называли всех беспозвоночных животных.) Им же была предложена теория эпигенеза для высших позвоночных животных. Эпигенез подразумевал постепенное возникновение частей зародыша в процессе развития, когда они появляются одна после другой. Одновременно с развитием идет рост органов, возникают новые признаки, которых не было на более ранних ступенях.

Теория эпигенеза Гарвея была новой вехой в эмбриологии, хотя и отличалась от позднейших воззрений, обозначаемых этим же термином. Но и Гарвей, и те ученые, что позже, в XVIII веке, принимали эпигенез, сходились в одном: под движущим принципом развития все они понимали силу, входящую в развивающийся зародыш извне — либо животную теплоту, либо душу.

В XVII веке, в противовес аристотелевским идеям о животворящей душе, пронизывающим мировоззрение Фабриция, Гарвея, Ван-Гельмонта и других ученых, появились совсем иные толкования явлений жизни. Успехи математики и физики рождали новые неожиданные аналогии, заставляя некоторых философов и естествоиспытателей отождествлять живой организм с машиной.

Французский мыслитель Рене Декарт (1596—1650) создал понятие «животное-машина» и представил размно-



жение и развитие организма так же механически, как все другие проявления жизни. Согласно Декарту, мужская и женская семенные жидкости, смешиваясь, начинают бродить, словно тесто на дрожжах. Процесс брожения и является стимулом для роста зародыша. При этом рост его идет так же, как у кристаллов, — механическим присоединением частиц, количество переходит в качество: в процессе развития появляются новые свойства. Декарт, как и Гарвей, был приверженцем эпигенеза, но только отрицал «душу», управляющую «машиной» тела. Душа может быть лишь у человека, появившегося на свет.

В конце XVII века биологи все шире стали применять микроскоп. Он помог увидеть, что строение живых существ несравненно сложнее устройства машины. В машине каждая часть состоит из однородного материала, в организме «части» (органы) состоят, в свою очередь, из отдельных мельчайших структурных образований. Сложность строения организма даже на ранних стадиях развития привела итальянского ученого Марчелло Мальпиги (1628—1694) к мысли, что процесс развития не может быть эпигенезом. Мальпиги не наблюдал первоначального возникновения зародыша, начала развития. Поэтому он предположил, что и в яйце, и в семени заключен готовый организм, части которого позже развернутся, как лепестки из бутона цветка. Развитие — развертывание, противопоставленное эпигенезу (возникновению структур из бесструктурного начала), было поддержано в конце XVII века Яном Сваммердамом и достигло своего расцвета в начале XVIII века.

### 3. Ева или Адам?

Действительно, что если яйцо — это маленький готовый организм, заключенный в скорлупу? Сколько ни пытайся его рассмотреть — ничего не выйдет, так как все его части прозрачны, насыщены водой и тесно переплетены. Его развитие будет заключаться в распутывании, развертывании скомканных частей и их уплотнении, когда вода постепенно испарится. Сторонников гипотезы о готовом организме, заключенном в яйце, стали называть овистами (от ovum — яйцо), а учение о наличии в яйце предобразованных частей будущего организма — префор-



мизмом. К овистам принадлежали Мальпиги, Сваммердам, Валлиснери, Бонне, Геллер и ряд других ученых.

Были ученые, считавшие, что зародыш заключен в сперматозоиде. К ним (анималькулистам, от *animalculum* — зверек — так прежде называли сперматозоид) принадлежали Антони Левенгук, впервые увидавший под микроскопом сперматозоид, Бургав, Андри, Гартсукер и другие.

«Каждый червь (то есть сперматозоид.— А. Б.), которого видят в семени птиц, заключает действительно мужскую и женскую птицу того же вида», — писал физик Гартсукер, наблюдавший сперматозоид под микроскопом. Изображенный в его книге сперматозоид походил на согнутого в три погибели крохотного человечка с огромной головой. Ученый не говорил, что видел нечто подобное, но полагал, что в сперматозоиде действительно заключен зародыш, невидимый только потому, что оболочка непрозрачна.

Позже, когда уже стало известно, как происходит оплодотворение у животных и человека, один из убежденных анималькулистов, Николай Андри, стал утверждать, что различные уродства объясняются дракой сперматозоидов у входного отверстия яйца, причем победитель, проникший в яйцо, мог оставить на поле битвы руку, ногу или даже голову...

...Преформизм был доведен до логического конца в XVIII веке итальянским биологом Антонио Валлиснери (1661—1730). Ему принадлежат следующие умозаключения: если в яйце содержится уже готовый организм, то в нем также должны заключаться яйца, из которых каждое имеет в себе еще более миниатюрный организм, и так далее, до бесконечности. Таким образом, в самом первом яйце заключались все последующие поколения, вложенные одно в другое, — своеобразная биологическая матрешка.

Так как первым яйцом (из сотворенных всевышним) обладала прародительница рода человеческого Ева, то она и заключала в себе весь род людской до скончания века...

Можно ли вообразить что-нибудь нелепее?

Однако взгляды Валлиснери разделялись большинством биологов его времени, и спорили они лишь о том, что именно является носителем зародыша — яйцо или сперматозоид. Может быть, вовсе не Ева, а Адам носил в себе все последующие поколения?



Преформистам ничего другого не оставалось, как заняться подсчетом количества человечков, способных уместиться в яйце или сперматозоиде.

«...В зародыше свежего, невысиженного яйца можно видеть цыпленка... В яйцах лягушки легко распознать лягушек... Разум не должен останавливаться там, где останавливается зрение, ибо дух видит гораздо дальше, чем его тело... Мы должны думать, что все тела людей или животных, которые, быть может, появятся до окончания мира, были созданы при сотворении мира...»<sup>1</sup>.

Прочитав эти утверждения одного из преформистов, можно понять, почему религия так поддерживала их гипотезу. Ведь выходило, что все живое — и прошлое, и настоящее, и будущее — было сотворено всемогущим творцом сразу. Ничего нового появиться не может, не может быть ни совершенствования, ни эволюции. Изучать начало жизни — лишь попусту тратить время...

Многие современники преформистов, даже далекие от науки, высмеивали их нелепые утверждения. Автор бессмертных «Путешествий Гулливера», Джонатан Свифт, в стихотворении «Рапсодия» (1733 г.) разразился в их адрес убийственной сатирой:

Нам микроскоп открыл, что на блохе  
Сидит блоху кусающая блошка;  
На блошке той — блошинка-крошка,  
Но и в нее впивается сердито  
Блошиночка, и так *ad infinitum*<sup>2</sup>

Спор между преформистами и эпигенетиками не утихал. Принять точку зрения первых — значит отрицать развитие вообще. Если прислушаться к мнению вторых, сразу возникнет ряд вопросов: из чего разовьются органы зародыша, когда первоначально их нет? Почему они появятся в определенном месте? Отчего те, а не другие?

На протяжении столетий эмбриология оставалась спящей красавицей, ожидающей принца, который наконец сумеет вывести ее из долгого сна. Время от времени появлялись отдельные удивительные открытия, но все-таки ни одно из них не было решающим шагом к истине.

В конце XVII века молодой английский врач Джон Мэйо впервые высказал верные мысли относительно роли

<sup>1</sup> Дж. Нидхэм. История эмбриологии. М., Гос.изд.-во иностр. литературы, 1947, с. 194.

<sup>2</sup> До бесконечности (лат.).



плаценты в дыхании плода. Нет жизни без воздуха, рассуждал он. Воздух крайне необходим для нормального развития. Каким образом может существовать плод в замкнутом, лишенном воздуха пространстве? Очевидно, органом дыхания является плацента. Предположение Мэйо на два столетия предвосхитило появление химической эмбриологии, так как он пытался решить задачу, типичную для этой науки.

Развитие эмбриологии сильно тормозил преформизм. Несмотря на всю абсурдность он просуществовал достаточно долго. Его крайние проявления встречались тогда, когда, казалось бы, он уже был окончательно разбит. Однако спор то затихал, то вспыхивал с новой силой.

В чем же тут дело? Ответ на этот вопрос сложнее, чем может показаться на первый взгляд. Зародыш — один полюс в развитии организма, сформировавшийся организм — другой. Между ними — дистанция огромного размера. Понятно, что из мужского и женского начал возникает человек, а от самца и самки — животное определенного вида. Каким образом возникает? И почему так, а не как-нибудь иначе?

Пока оставим эти вопросы открытыми.

---

#### 4. Кунсткамера Петра I и академики России

В России интерес к медицине, и, в частности, к эмбриологии, сильно возрос при Петре I. Необходимость подготовки квалифицированных врачей потребовала создания коллекций, иллюстрирующих раннее нормальное и патологическое развитие животных и человека. Известны указы Петра, изданные в 1704—1718 гг., в которых предписывалось сдавать нежизнеспособных уродов птиц, зверей и людей в аптеки или коменданту города.

Вновь приобретенные материалы для коллекций присоединяли к тем, которые Петр привез из Западной Европы. Так возникла знаменитая Кунсткамера, поражающая посетителей необычностью экспонатов. Среди них можно было видеть все стадии развития зародышей. «В России имеем прекрасное собрание растущих зародышей от первого почти дня зачатия даже до рождения», — писал А. Н. Радищев после посещения Кунсткамеры.



Эти коллекции принесли большую пользу ученым прошлого. Они не потеряли своего научного значения для исследователей нашего времени. Петербургская Академия наук приглашала биологов, прославившихся своими исследованиями в области эмбриологии. Одним из них был Каспар Фридрих Вольф, по своему мировоззрению — последователь немецкого философа Лейбница.

К. Ф. Вольф родился в Берлине, в 1734 году. Там же он получил медицинское образование и в 1767 году переехал в Петербург, где в Академии наук работал до конца своей жизни. Этого выдающегося ученого многие считают основателем современной эмбриологии. Он точнее и подробнее всех своих предшественников исследовал развитие цыпленка в яйце. Ему удалось проследить у зародыша образование пищеварительной трубки и центральной нервной системы. Он описал очень редкие объекты: уродливого цыпленка, двухголового теленка, цыплят-близнецов, сросшихся близнецов человека.

В 1759 году он выпустил книгу «Теория зарождения», в которой выступил горячим противником преформизма. Эпигенез — вот истинное развитие не только у животных, но и вообще в природе.

«Может же внезапно на небе появиться радуга, которая до этого не существовала в скрытом виде», — говорил он, и это был один из его доводов в защиту эпигенеза.

Согласно его представлениям, и животные, и растения в начале своего развития состоят из однородного вещества, похожего на студень, пронизанный мельчайшими трубочками. У растений движение жидкостей зародыша обуславливает «существенная сила». Она же взаимодействует с их склонностью к затвердению. Органические соки, выталкиваемые наружу на верхушке растения, застывают в виде листьев, достигающих потом обычной формы и величины под воздействием «существенной силы».

«Существенная сила», «энтелехия», «жизненная сила» — все эти наименования имели одно значение. Подразумевалась сверхъестественное животворящее духовное начало, отличающее всю живую природу от неживой.

Как уже говорилось, К. Ф. Вольф был последователем Лейбница. В противовес механистическому мировоззрению Декарта, Лейбниц вновь стал объяснять явления жизни как своеобразные, отличающиеся от явлений неорганического мира. Развитие и рост происходят не наложением частичек, как растет отмель в русле реки, а пу-



тем выявления внутренней сущности, под действием «действующей силы». Она присуща самому развивающемуся организму.

Приверженцев этих идей (они существуют и поныне) называют виталистами (от латинских слов *vis vitalis* — жизненная сила). Идеи о «жизненной силе» оформились в начале XVIII века в учении немецкого врача Георга Эрнста Шталья. В книге «Истинная теория медицины» в качестве принципа, управляющего жизнью, Шталь признает «душу».

Термин «жизненная сила» был введен позднее, в 1831—1832 гг., немецким натурфилософом Годфридом Тревиранусом.

В XVIII веке борьба эпигенетиков с преформистами не прекращалась, причем оба враждующих лагеря стремились привести как можно больше доказательств в пользу своих теорий. С К. Ф. Вольфом спорили крайние защитники преформизма Альбрехт фон Галлер и Шарль Бонне.

«Теория зарождения» К. Ф. Вольфа оставалась непонятой современниками. Даже то, что в ней было безусловно ценным, забыли на полвека после его смерти, до тех пор, пока Бэр не подтвердил многие из его выводов.

Два академика Петербургской академии, Карл Эрнст фон Бэр и Христиан Пандер, своими замечательными исследованиями снова пробудили эмбриологию от крепкого сна.

Ученик вюрцбургского анатома Пандер, по совету своего учителя, взялся за выполнение темы: «История преобразований, которым подвергается насиживаемое яйцо в течение первых пяти дней». В 1817 году он представил эту работу в виде диссертации на латинском языке и вскоре стал членом Российской Академии наук. Он был последователем К. Ф. Вольфа и защищал эпигенез. Началом развития цыпленка, доступным наблюдению, надо считать небольшую круглую пластинку, которая держится на поверхности желтка. Пандер назвал ее бластодермой и заметил, что уже через 12 часов насиживания она становится двуслойной. Далее, через 24 часа, часть одного из слоев («зародышевых листков») погибает, и благодаря этому закладывается основание третьего листка. Пандер называет его «промежуточным или сосудистым».

Так было не только положено начало учению о трех зародышевых пластах, но и замечена роль каждого из них в формообразовании зародыша. Ряд последователь-



ных преобразований зародышевых пластов, наделенных огромным импульсом к развитию, приводит к постепенному возникновению отдельных членов и органов цыпленка.

Пандер, таким образом, набросал эскиз эмбриогенеза, и потребовались основательные и детальные исследования, чтобы преобразовать его в большое живописное полотно. За них взялся современник Пандера Карл Эрнст фон Бэр (1792—1876).

Этого замечательного исследователя по праву называют творцом научной эмбриологии. Он становится знаменитостью в возрасте 35 лет, после открытия яйца у млекопитающих и публикации большой работы по истории развития животных. Петербургская академия предлагает ему занять место умершего Пандера. С 1834 по 1867 (33 года!) Бэр проработал в Академии. Он читал лекции по анатомии и эмбриологии, заведовал отделом иностранной литературы в академической библиотеке, вел курс анатомии и физиологии для студентов Военно-медицинской академии, участвовал в деятельности Географического и Энтомологического обществ, снаряжал экспедиции и сам путешествовал с целью изучения различных областей России для практического использования их богатств.

Он проделал почти такую же работу, которая прежде была осуществлена академиком Палласом. Он побывал с экспедицией на Новой Земле, где собирал коллекции животных и гербарии, проводил наблюдения. Затем отправился на берега Балтийского моря и Чудского озера, озера Селигер; вдоль Волги — к Каспийскому морю, на Кавказ, вверх по течению Куры, в Армению, на озеро Севан.

Ему удалось осуществить свою мечту — посетить Геную, Венецию и Триест для изучения анатомии и эмбриологии низших животных. Бэр был великим эмбриологом и одновременно выдающимся географом, этологом и антропологом.

Почему его называют великим эмбриологом?

В свое время его труд «История развития животных», состоящий из двух томов (второй том вышел через девять лет после первого под названием «Лекции о размножении и развитии органических тел»), получил очень высокую оценку современников. Книгу называли лучшим эмбриологическим произведением всех времен и народов, а автора — истинным творцом сравнительной эмбриологии,



равновеликого как в наблюдениях, так и в размышлениях над ними.

Воспроизведение потомства — процесс длительный и сложный. У тех организмов, которые размножаются бесполом путем, он идет значительно проще. У животных, размножающихся половым способом, Бэр различал два главных момента — образование яйцеклетки и ее оплодотворение и следующее за ним развитие. Из яйцеклетки возникает целое — организм, подобный его родителям, организацию которых он воспроизводит при надлежащих условиях. Каким образом? Над этим вопросом ломало голову не одно поколение предшественников Бэра. Ему же удалось не только проследить развитие в основных чертах и во многих важнейших деталях, но и осмыслить его, сделать важные обобщения, позволяющие ориентироваться в ряде других биологических проблем, связанных с проблемой развития.

«Если взглянуть на весь процесс развития зародыша, — писал он, — то при этом раньше и больше бросится в глаза, что во время его развития из гомогенного (однородного. — А. Б.) и общего постоянно возникает гетерогенное (разнородное. — А. Б.) и частное. Этот закон не был до сих пор достаточно ясно кем-либо сформулирован, а между тем он играет столь большую роль в превращениях, что вообще невозможно говорить о развитии, не выражаясь все время в духе этого закона».

Морфологическую картину онтогенеза (индивидуального развития организма) нужно толковать, как последовательно развертывающуюся дифференцировку первоначального зародыша. Бэр устанавливает три формы такой дифференцировки: первичное обособление, гистологическое обособление и морфологическое обособление.

«Первичное обособление сводится к образованию «зародышевых листков», или «пластов». Затем идет гистологическая дифференцировка — образование клеток, создающих различные ткани: внутри листков обособляются хрящевая, мускульная и нервная ткани, а часть вещества зародыша делается жидкой и превращается в кровь».

Далее, обособившиеся зародышевые «пласты» вскоре образуют трубки: кишечную, нервную и другие. Бэр называет их основными органами. Из них в дальнейшем формируются различные специальные органы. Кишечная трубка — это еще не пищеварительный канал, а «...предтеча всей пищеварительной (и не только пищеварительной)



системы органов, которым надлежит еще постепенно возникнуть путем впячиваний, выпячиваний, перетяжек, отшнуровываний и т. д. ...» Процесс развития специальных частей из общего основания Бэр называет морфологической дифференцировкой.

Зародыши различных ступеней развития, так же как и взрослые животные, могут меняться, в зависимости от условий, в которых они развиваются. Это — очень важное положение Бэра, и в дальнейшем мы подробнее остановимся на причинах изменений в зародышевом развитии, связанных с влиянием внешней среды.

Бэр изучил содержимое около двух тысяч куриных яиц и сравнил зародыши, находящиеся на одной и той же стадии развития. Они выглядели по-разному, причем различия были тем ярче, чем моложе зародыши. Он заметил, что позже различия сглаживаются.

Известны его описания уродств у рыб, кур, свиней. Он исследовал раннее развитие ракообразных, моллюсков, собак. К какому лагерю он принадлежал, к преформистам или эпигенетикам? Формула «или—или» в данном случае, пожалуй, неприемлема. «Все отдельное содержится раньше в общем,— считал он,— так что нигде не происходит новообразования, а только преобразование». Это разве не сродни преформизму? Нет, потому что Бэр ставит такой вопрос: может ли зародыш целиком заключать в себе все части взрослого организма, но настолько тонко построенные, что скальпель и микроскоп до них не в состоянии добраться? И отвечает на этот вопрос отрицательно.

Как же в таком случае нужно понимать его слова: в онтогенезе имеют место не новообразования, а преобразования? Говоря о преобразовании, Бэр разом отрицает обанкротившееся учение о преформизме и традиционное вольфовское понимание эпигенеза, согласно которому организм зачинается из бесструктурного вещества.

И современная биология отвергает преформизм и эпигенез Вольфа. Но отвергая и то и другое, она объясняет, что в индивидуальном развитии организма имеет место и преформизм, и эпигенез.

В стадии яйца организмы не менее отличаются друг от друга, чем в развитом состоянии. Из куриного яйца развивается цыпленок, а не лягушонок. Следовательно, различия заложены с самого начала. Где? На этот вопрос смогла ответить лишь современная генетика.



Мы уже говорили, что Бэру принадлежит честь открытия яйца у млекопитающих (собаки). Вот как он сам рассказывал об этом: «Рассматривая яичник, я заметил в одном пузырьке желтое пятнышко, а затем увидел то же самое и во многих других, но всегда только одно пятнышко. «Удивительно! — думал я. — Что бы это могло быть?» Я вскрыл пузырек и осторожно перенес пятнышко ножом в часовое стекло с водой и поставил под микроскоп. Взглянув в него, я отскочил, как пораженный молнией, так как явственно увидел очень маленький, отчетливо сформированный желтый желточный шарик. Я должен был перевести дух, прежде чем имел мужество снова взглянуть в микроскоп, так как боялся, что зрение меня обмануло... Итак, первичное яйцо собаки найдено! Оно не плавает в неопределенном положении в довольно вязкой жидкости граафова пузырька, а прижато к его стенке и удерживается на ней широким венцом более крупных клеток»<sup>1</sup>.

Во времена Бэра еще многие ученые не понимали роль сперматозоидов в оплодотворении, отдавая предпочтение в этом процессе семенной жидкости. Процесс оплодотворения еще предстояло открыть.

В «Истории развития животных» у Бэра помимо множества описаний зародышей кур, рептилий, млекопитающих и человека было много важных теоретических обобщений.

В XIX столетии его достойными преемниками стали И. И. Мечников и А. О. Ковалевский.

### 5. Эмбриологи начинают сравнивать...

Одинаково ли развиваются зародыши у млекопитающих разных систематических групп?

Возможна ли параллель между различными типами животных: позвоночными, моллюсками, насекомыми и другими?

Ответа на этот вопрос не было.

Молодые талантливые русские биологи — Илья Мечников и Александр Ковалевский — занялись поиском решения этой загадки.

<sup>1</sup> Бляхер Л. Я. История эмбриологии в России XVIII—XIX вв. М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 168.



«...В самом начале шестидесятых годов в Петербурге стали распространяться слухи о появившемся в Харькове вундеркинде, чуть ли не с гимназической скамьи уже научившемся владеть микроскопом и даже печатающемся в иностранных журналах! Это был будущий Илья Ильич Мечников», — так писал о Мечникове К. А. Тимирязев<sup>1</sup>.

Пройдя четырехгодичный курс в университете за два года, став кандидатом, в 1865 году Мечников занялся делом, которое его давно влекло, — изучением зародышевого развития беспозвоночных. В том же году он встретился с Александром Ковалевским, и с тех пор началась их многолетняя совместная работа над важнейшими эмбриологическими проблемами.

Уже первые исследования были выполнены Мечниковым столь тщательно, что сам великий Бэр предложил ему подать их на конкурс на премию его имени, учрежденную Петербургской Академией наук. Бэр писал Мечникову: «Я радуюсь вашей энергии и способностям и надеюсь, что Вы составите честь Вашему отечеству».

В 1867 году премии Бэра были удостоены работы И. Мечникова и А. Ковалевского. В 1870 году они вторично удостоились этой награды за свои дальнейшие эмбриологические исследования. В 1867 году Мечникову было всего 22 года, и он был моложе многих своих студентов. (В то время его избрали на должность доцента кафедры зоологии Новороссийского университета в Одессе.) Первая премия Бэра была присуждена ему за тончайшие исследования развития зародышей двукрылых: тлей, клопов, червецов и орехотворок. Техника микроскопии тогда оставляла желать много лучшего, и работа с микроскопом катастрофически снижала остроту зрения. Исследования были исключительно трудоемкими. Но несмотря на все трудности, ему удалось доказать, что в ходе развития насекомых зародышевая полоска дифференцируется на два слоя. Он высказал гипотезу, что это расщепление и есть закладка зародышевых листков.

Исследования развития скорпионов подтвердили предположение, что учение о зародышевых листках с полным правом можно перенести на членистоногих. Публикации этих исследований появились в 1866 году, а в следующем году Мечников открыл зародышевые листки у головоногих

<sup>1</sup> К. А. Тимирязев. Соч., Сельхозгиз, 1939, т. VIII, с. 162—163.



моллюсков, о чем написал в своей магистерской диссертации.

Все эти открытия явились сенсацией, так как доказывали единство происхождения позвоночных и беспозвоночных.

Тогда же друг Мечникова, Александр Онуфриевич Ковалевский, не жалел ни сил, ни времени, ни средств на эмбриологические исследования, объектом которых служили разные животные. Наибольшую славу Ковалевскому принесло открытие личинки ланцетника и изучение его развития.

Ланцетник похож на маленькую рыбку. Он был впервые обнаружен и описан академиком Палласом в 1778 году, принявшим его за слизняка. В 1839 году немецкий ученый Иоганнес Мюллер установил его родство с позвоночными. Ковалевский недаром называл его «замечательной рыбкой». Изучение его развития, открытие его личинки, сходство которой с беспозвоночными оказалось много больше, чем с позвоночными, окончательно определили место ланцетника в системе животного мира. Ковалевский пришел к выводу, что ланцетник занимает промежуточное положение между позвоночными и беспозвоночными, являясь как бы связующим звеном между ними. Такое обобщение послужило новым, чрезвычайно важным подтверждением верности дарвиновской эволюционной теории.

Ковалевский установил также, что у других морских животных, асцидий, развитие зародышевых листков происходит по тому же типу, что и у ланцетника. В результате этого исследования оказалось, что асцидии — не «безголовые моллюски», за которых их принимали прежде, а деградированные формы хордовых. Они, подобно ланцетнику, еще одно связующее звено между позвоночными и беспозвоночными.

Благодаря этим работам стало очевидным, что зародышевое развитие всех многоклеточных — от кишечнополостных до хордовых — идет, в принципе, одинаково. Этим было окончательно ниспровергнуто прежнее представление о том, что каждый тип животных по строению и развитию обособлен от других.

В процессе зародышевого развития все многоклеточные животные проходят стадию гастролы — двуслойного мешка. Гастролы образуется, когда одна из стенок зародыша, имеющего в это время форму шара, вдавливается внутрь



его полости. Так бывает с резиновым мячом, когда он слабо надут. Таким образом, в определенный период развития все многоклеточные близки по форме к кишечно-полостным, тоже представляющим собой двуслойный мешок.

Ч. Дарвин внимательно следил за работами А. О. Ковалевского и писал в 1871 г., что его открытия — чрезвычайной важности, так как они дают ключ к пониманию источника, откуда произошли позвоночные.

Огромнейшие заслуги А. О. Ковалевского перед наукой были признаны при его жизни. Его избрали почетным членом почти всех русских университетов, медицинских академий и всех обществ естествоиспытателей.

К. А. Тимирязев подчеркивал, что эмбриология XIX столетия особенно развилась в области зоологии и на долю русских ученых выпала в ее развитии самая выдающаяся роль. В начале XIX века в этой области работали академики Пандер и Бэр, в конце его — И. И. Мечников и А. О. Ковалевский.

Сравнительная эмбриология, созданная этими талантливыми зоологами, имена которых получили мировую известность, стала новым направлением в науке.

\* \* \*

В это же время в Германии над проблемами эмбриологии трудились Эрнст Геккель и Франц Мюллер. В замечательной работе о развитии ракообразных под названием «За Дарвина» Ф. Мюллер написал, что историческое развитие вида должно отражаться в истории его индивидуального развития. Эта мысль потом (в 1866 г.) была детально разработана Эрнстом Геккелем. Закономерность, подмеченная ими, получила название биогенетического закона Мюллера—Геккеля. Исследования Геккеля привели его к необходимости различать в онтогенезе два рода явлений: у каждого зародыша можно найти признаки, воспроизводящие состояние предков, и признаки приспособления к зародышевому развитию.

Сущность биогенетического закона заключалась в том, что индивидуальное развитие организма (онтогенез) является кратким и быстрым повторением исторического развития ряда предков данного вида (филогенеза).

Таким образом, в индивидуальном развитии данного вида отражается история его происхождения, то есть



каждый этап индивидуального развития организма в большей или меньшей степени повторяет тот длинный и сложный путь эволюции, который прошел вид в целом.

Развитие человека начинается с одной клетки. И эволюция млекопитающих, к которым принадлежит человек, некогда началась с одноклеточных форм жизни. Но не только человек — все многоклеточные организмы начинают развитие с яйца, и все они, в конечном счете, произошли от одноклеточных предков.

У человеческого зародыша на определенном этапе развития появляются жаберные щели. Это напоминание о том, что когда-то предками человека были существа, обитавшие в воде. Более того. Зародыши всех высших позвоночных имеют в глотке жаберные карманы: все они филогенетически родственны и произошли от предков, живших в воде.

Однако в индивидуальном развитии повторяется далеко не все. Биогенетический закон в приведенной выше формулировке отразил лишь принцип повторяемости. Филогенез в индивидуальном развитии никогда не повторяется полностью.

В нашем веке для уточнения соотношений между онто- и филогенезом много сделали А. Северцов, И. Шмальгаузен и другие советские биологи, но подробнее об этом — в одной из следующих глав.

## 6. Эмбриологический эксперимент. Возможно ли?

Эмбриологи XVIII века в основном выполнили задачу подробного изучения тех изменений формы, которые сопровождают развитие организма из яйца. Было необходимо сделать следующий шаг и заняться изучением причин, вызывающих эти изменения.

Середина XIX века ознаменовалась появлением сравнительной эмбриологии. А конец принес рождение еще одной ее области — экспериментальной. Ее основоположником считают немецкого эмбриолога Вильгельма Ру (1850—1924).

Само направление исследований было им названо «механикой развития».

Где скрывается причина развития яйца, в самом яйце или где-то во внешней среде? Очевидно, решить этот



вопрос можно лишь путем эксперимента, так как наблюдений уже недостаточно. В 1885 году вышла одна из первых работ Ру из серии «Данные по механике развития зародыша». Три года спустя он опубликовал результаты одного из дальнейших исследований под названием: «Об искусственном получении половинных зародышей путем разрушения одного из двух первых шаров дробления и о позднейшем развитии отсутствующей части тела».

В этой работе Ру впервые вступил на путь эксперимента в разрешении эмбриологических вопросов, так что дата выхода ее в свет (1888 г.) и является датой рождения экспериментальной эмбриологии.

Расскажем подробнее об эксперименте Ру.

В самом начале развития оплодотворенная яйцеклетка делится на две, потом каждая из двух — еще на две и т. д. (Две, четыре... шестнадцать, тридцать две и далее — все время удваиваясь, до полного набора клеток зародыша.)

Первые клетки, возникающие после начала дробления яйца, в эмбриологии принято называть бластомерами. Горючей иглой Ру разрушал один из первых двух бластомеров (иногда — два из четырех) и наблюдал, что произойдет дальше. Развитие оставшейся целой клетки (или двух) шло вполне нормально, как это бывает у неповрежденного зародыша. Но в результате вместо нормальных стадий развития получались «половинные» стадии, и в удачных случаях — половинные зародыши: одна из боковых половинок или одна передняя половинка тела, когда он разрушал две клетки четырехклеточной стадии; трехчетвертной зародыш, у которого отсутствовала одна из первых четвертей (когда он разрушал одну из четырех клеток). Результаты позволили Ру сделать вывод, что, по крайней мере у лягушки, каждая половина зародыша развивается как самостоятельное целое, без влияния другой половины, то есть развитие характеризуется «самодифференцировкой».

В конце 80-х годов прошлого века братья Гертвиг наблюдали дробление обломков яиц морских ежей, получаемых встряхиванием их в пробирке. Эмбриолог Бовери убедился, что такие обломки дают целых личинок. Видимо, это оправдано биологически, так как движение морской воды аналогично встряхиванию в пробирке, и в естественных условиях начавшие дробиться яйца могут распадаться на отдельные бластомеры.



Дальнейшие наблюдения показали, что у морских ежей нормальная личинка несколько меньшего размера образуется из половинного зародыша. Это открытие было сделано немецким эмбриологом Дришем, который не ограничился изучением механики развития яиц морских ежей и других животных.

Развивая все шире и шире идеи, вытекающие из этих наблюдений, он создал учение об автономности, независимости жизненных явлений, целую философско-биологическую систему. Она, к сожалению, оказалась не на высоте.

В истории науки так происходило неоднократно. Не всегда ученый-экспериментатор, осуществивший блестящие эксперименты и давший новые факты, оказывался на высоте сделанных им же открытий, когда речь шла о философском, мировоззренческом, теоретическом обобщении нового материала. На вечный для эмбриологов вопрос: что определяет развитие зародыша? — Дриш отвечал: «Видимо, «энтелехия». (Помните, этот термин нам уже встречался и у Аристотеля, и у более поздних виталистов.) Дриш предположил, что «энтелехия» возникает раньше, чем появляются новые структуры зародыша. В этом учении витализм, неоднократно широко распространявшийся среди биологов, но затем вытеснявшийся противоположными ему механистическими взглядами, еще раз поднял голову. Несмотря на то, что он был облечен в форму идей и фактов, блестящую отповедь ему дал в свое время К. А. Тимирязев.

Дальнейший прогресс экспериментальной эмбриологии привел к новым важным открытиям.

У гребневиков, моллюсков, асцидий и членистоногих были обнаружены так называемые мозаичные яйца. В них органообразующие материалы специализированы с самого начала и расположены в виде мозаики. Поэтому при отделении какой-либо части яйца происходит нарушение нормального развития, и дело тут вовсе не в «энтелехии».

Предположение, что «энтелехия» является принадлежностью лишь некоторых животных, другие же развиваются без нее, не выдерживало критики.

Способность к регуляции, то есть к передифференцировке уже имеющихся зачатков, присуща яйцам амфибий и иглокожих. Однако регуляция у них наступает не сразу, изолированная часть яйца сперва развивается так, как если бы она входила в состав общего комплекса клеток. И лишь затем (у морских ежей раньше, у лягушек



значительно позже) происходит передифференцировка материала.

У ланцетника и маленькой костистой рыбки фундулюса развитие изолированного бластомера идет совершенно так же, как целого яйца. Даже  $\frac{1}{4}$  яйца ланцетника образует нормальную личинку.

Подобная абсолютная регуляция характерна для яиц медуз, с которыми в конце прошлого века работал итальянский зоолог Зойя. Даже  $\frac{1}{16}$  яйца медузы давала целую личинку — планулу.

Что же влияло на развитие — внутренние или внешние причины? Если внешние, то ни о какой самодифференцировке и речи быть не может. Были поставлены сотни экспериментов, чтобы получить ответ на вопрос вопросов: где скрывается причина развития?

Может быть, на развитие яиц действует сила тяжести? Чтобы получить на это ответ, Ру заставил икринки лягушки развиваться в особом аппарате, в котором они вращались в вертикальной плоскости, причем настолько медленно, что на них не могла действовать центробежная сила.

Однако развитие шло совершенно нормально, следовательно, сила тяжести тут была ни при чем.

Действие света при развитии тоже, очевидно, не имеет большого значения. Дриш изучал влияние света на развитие яиц различных животных и получал всегда один и тот же результат — первые стадии и закладка органов шли одинаково, как на свету, так и в темноте.

Более заметным оказалось влияние температуры. Развитие ускорялось при приближении температуры к оптимальной для данного вида животных. Так, например, температурный оптимум для морских ежей  $19-20^\circ$  тепла. Если нагреть эти яйца до  $26-31^\circ$ , дробление пойдет неправильно: клетки начнут отрываться друг от друга и смещаться со своего нормального положения.

Еще более интересным оказалось влияние высокой температуры на яйца морских ежей во время гаструляции. Если яйца через 26 часов после оплодотворения попадали в среду с температурой  $30^\circ$ , в них закладывалась первичная кишка, но выпячивалась при этом не внутрь, а наружу. В конце концов эта наружная кишка сморщивалась и отмирала, а во всем остальном личинка имела нормальный вид, то есть отсутствие или наличие кишечника не влияло на развитие.



Исследователей интересовало действие на развитие различных химических веществ. Наиболее простые и самые необходимые из них — кислород и вода. Без них рост и развитие невозможны. У большинства яиц в бескислородной среде развитие тут же останавливается. Развивающаяся личинка морского ежа потребляет в шесть раз больше кислорода, чем яйцо до оплодотворения.

Наличие или отсутствие различных солей, входящих в состав морской воды, также оказывает влияние. Например, отсутствие в воде солей кальция приводило к тому, что клетки становились свободными друг от друга и расплывались. Экспериментаторы давно уже пользуются отсутствием в воде солей кальция для того, чтобы изолировать бластомеры друг от друга.

Соли калия необходимы для роста личинок и связанного с ним потребления воды. Оплодотворение никогда не происходит, если в морской воде нет солей магния. Магний требуется для нормального развития скелета и кишечника. Для нормального оплодотворения нужна также определенная щелочность воды. Развитие скелета требует обязательного присутствия карбонатов и бикарбонатов...

С начала нашего века генетика стала быстро развиваться. Мысль о том, что в ядре клетки должно находиться нечто такое, от чего зависит наследственность, появилась после наблюдений над клеточным делением. Во время деления компоненты ядра поровну распределяются между дочерними клетками.

Из наблюдений над клеточным делением вытекала также мысль о ведущей роли ядра в дифференцировке клеток зародыша.

Немецкий зоолог Шпеман перетягивал оплодотворенное, но еще не начавшее делиться яйцо тритона волосистой петлей. Получались два пузыря с тонкой перемычкой между ними — мостиком цитоплазмы.

Ядро яйца оказывалось в одном из пузырей, который и начинал дробиться. В безъядерном пузыре дробления не происходило.

Когда пузырь, содержащий ядро, образовывал 16 бластомеров, одно из 16 ядер обычно проскальзывало через мостик и оказывалось в нераздробившейся части яйца.

После этого Шпеман туго затягивал волосистую петлю и полностью отделял друг от друга обе половины яйца. Одна из них содержала  $\frac{1}{16}$  первоначального ядерного



вещества, а другая  $15/16$ . В ряде случаев из каждой половины развивался целый зародыш.

Из этих опытов следовало, что по крайней мере на ранних стадиях дифференцировка клеток зародыша не определяется свойствами ядра. Но далее участие ядра выступало с полной ясностью. Нормальное развитие происходило, когда в безъядерный пузырь попадало одно из первых 8 ядер или одно из 16. Это не отражалось нисколько на том, что получалось в дальнейшем из безъядерной половины яйца. Таким образом, раз четверть, восьмая или шестнадцатая первоначального ядра вызывала один и тот же эффект, было ясно, что при делении ядра в каждую из его половин попадает весь наследственный материал. Шпеман установил, что свойства ядер в процессе развития изменяются под влиянием цитоплазмы клетки.

Еще яснее роль ядра клетки в развитии зародыша показали опыты Бовери (1889, 1895 гг.). Ему удалось оплодотворить безъядерные обломки яиц одного вида морских ежей спермой другого вида. Он получил личинки, обнаружившие особенности лишь отцовского организма и совсем не имевшие материнских признаков.

Более тщательное повторение этих опытов, однако, показало, что лишённые материнского ядра осколки яиц вскоре после оплодотворения вообще останавливались в своем развитии...

Шпеман назвал такие участки клеток, от которых зависела дальнейшая судьба тех или иных систем органов, организационными центрами, а закрепление за ранее индифферентной частью определенного пути развития — детерминацией.

Идея об организационных центрах в зародышевом развитии подтвердилась в его дальнейших экспериментах. На стадии начинающейся гаструляции у зародыша тритона он вырезал кусочек эктодермы (внешнего слоя клеток), который дает начало нервной системе. У другого зародыша вырезал кусочек эктодермы, который дает начало коже.

Эти кусочки он пересаживал один на место другого и наблюдал ход их развития в новых условиях. Успех наблюдения за результатами опыта обеспечивался подбором зародышей, по возможности резко отличающихся по окраске. Поэтому можно было долго отличать пересаженный участок от тканей хозяина. Оказалось, что зачаток будущей нервной системы на новом месте развивается в



часть кожи, а зачаток будущей кожи при пересадке в область спинной эктодермы принимает участие в формировании нервной системы.

Если такой же опыт поставить на зародышах более поздней стадии, то результат окажется совершенно иным: участок, вырезанный из спинной эктодермы и пересаженный на бок, дает развитие участка нервной системы среди покровного эпителия кожи, а участок, вырезанный из эктодермы боковой части гаструлы и пересаженный на спинную сторону, развивается в кусочек кожи среди клеток сформированной нервной системы.

Из этих опытов был сделан вывод, что уже во время гаструляции участки зародыша изменяются так, что становятся способными развиваться независимо, а в начале этой стадии судьба их еще не predetermined.

Известны также эксперименты Шпемана по пересадке зачатка глаза в другой участок тела. Там, в необычном окружении, формировался хрусталик. Постепенно становилось ясным, что развитие организма зависит и от взаимодействия его различных частей, и от факторов внешней и внутренней среды. Очевидно, и в цитоплазме, и в ядре есть структуры, от которых зависит появление конкретных признаков данного организма (вспомните идеи преформистов, которые теперь можно понимать по-новому, учитывая успехи современной генетики). Из яйца, однако, под влиянием внешних и внутренних факторов не может возникнуть любая структура, а только специфическая (то есть эпигенетические представления тоже пришлось переосмыслить в связи с экспериментальной эмбриологией).

Было установлено, что в яйцеклетке есть части, из которых после оплодотворения разовьются либо голова, либо хвостовой отдел, хотя, конечно, в яйце нет еще и намека ни на голову, ни на хвост. Значит, живое способно закреплять направление будущего развития, детерминировать его под влиянием строго определенных условий.

Все оказалось гораздо сложнее, чем представлялось эмбриологам прошлого, но без мистики и вполне поддающимся изучению. Картина развития постепенно проясняется, современная эмбриология на пути к разгадке его тайны.



\* \* \*

Преемственность традиций играет решающую роль при взятии новых рубежей науки. Каждый современный эмбриолог сегодня может повторить за великим Ньютоном: «Я видел так далеко потому, что стоял на плечах гигантов». Эмбриологи прошлого очень много сделали, и те, кто продолжил их труд, с чувством глубокой благодарности склоняют головы перед их памятью. Достижения эмбриологии второй половины XX века, подготовленные предшественниками, могли бы им, великим, показаться самой невероятной фантастикой.

Ставить диагнозы до рождения? Понять причины возникновения уродств? Получать потомство только от одного из родителей? Возможно ли?

В современной эмбриологии произошло много таких событий, о которых не смели мечтать даже самые горячие головы. Дальнейшие главы книги будут посвящены рассказу о них.



## II

### К ИСТОКАМ ЖИЗНИ

...С таким постоянством  
Все проявляется здесь, что у птиц одного  
и того же семейства  
Мы замечаем на теле одинакие пятна.  
А потому вещество неизменное быть  
должно в теле  
Каждой породы. Когда бы первичные  
тельца в природе  
Были бы склонны меняться как-либо под  
разным влияньем,  
То никогда мы не знали бы, что породить  
они могут  
Или не могут...  
И в поколениях родящихся  
не повторялись бы вечно  
Склонности, нравы, движенья, привычки  
и свойства породы.

*Лукреций Кар. «О природе вещей»*

#### 1. Девственное развитие

Когда-то, в незапамятные времена, о которых даже сама мать-Земля не сохранила почти никаких воспоминаний, от одной клетки пошло расти и ветвиться громадное дерево эволюции. И сейчас каждый многоклеточный организм — от жалкой букашки до человека, — продолжает, в силу общего закона, начинаться с клетки. Точнее, с половых клеток — гамет, участвующих в процессе оплодотворения. Тут вроде бы все укладывается в общеизвестную схему: сливаются две гаметы, мужская и женская, образуют оплодотворенную яйцеклетку, зиготу, — начало новой жизни.

Однако и в биологии не существует правил без исключений. Их заметили давно, но до сих пор они остаются странными и загадочными. Дело в том, что иногда яйцеклетка начинает развиваться самостоятельно, без участия сперматозоида. Это удивительное явление называли партеногенезом (девственным развитием).

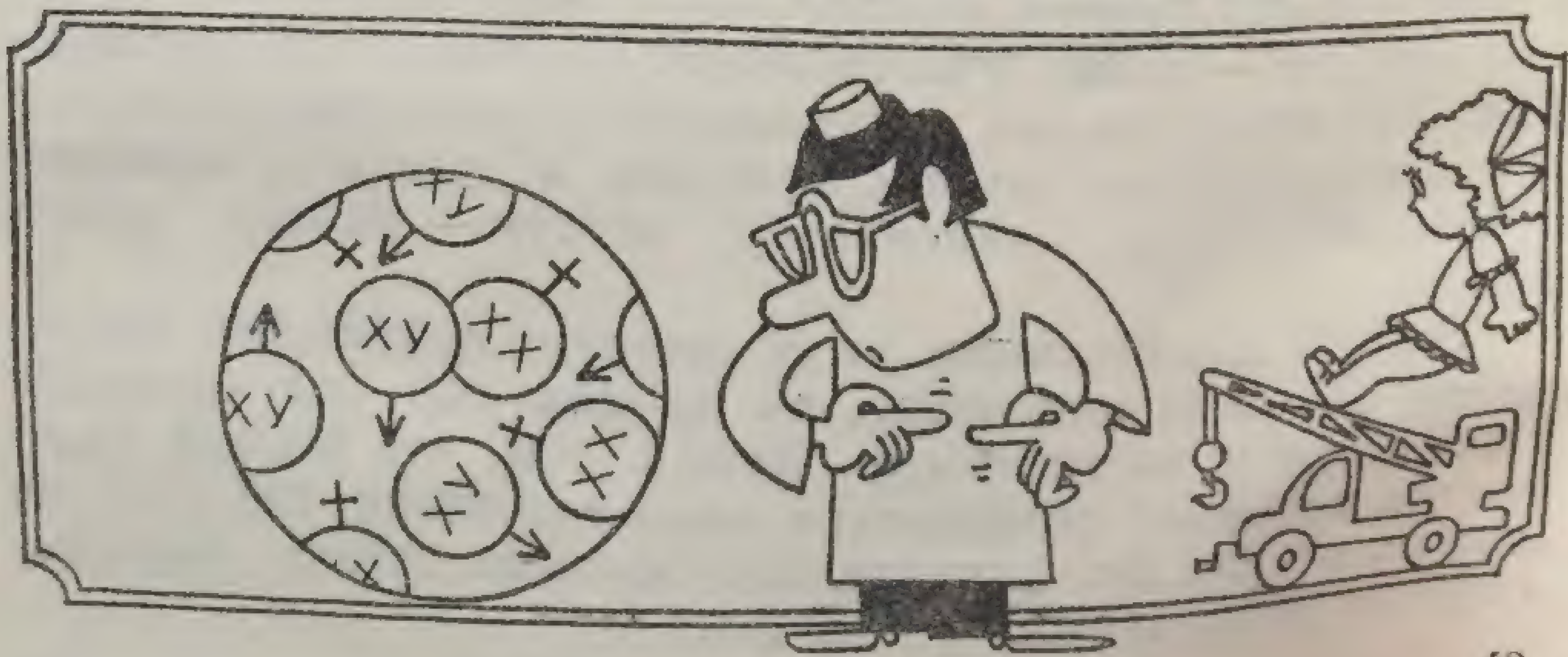


Самцы пчел — трутни — всегда развиваются из неоплодотворенных яиц. У коловраток из поколения в поколение рождаются только самки, самцы же отсутствуют вообще. Коловратки интересны еще и тем, что у них каждая особь состоит из строго определенного числа клеток; даже число клеток в каждой части тела строго фиксировано, и эти клетки расположены вполне определенным образом. К концу эмбрионального развития деление клеток прекращается и вызвать его уже невозможно. Таким образом, эти существа абсолютно не способны к регенерации. Почему? Это тоже пока остается одной из биологических загадок.

Девственное развитие наблюдается у тлей, палочников, орехотворок. Для воспроизведения потомства не нуждаются в самцах самки раков. Доказано, что иногда без участия индюка, то есть партеногенетически, развиваются яйца индюшек. Возможно, это единственный пример естественного партеногенеза среди позвоночных.

Существование в природе естественного партеногенеза натолкнуло на мысль вызвать дробление и развитие неоплодотворенного яйца искусственным путем. Эти опыты имеют большое теоретическое значение, так как помогают понять сущность процесса оплодотворения. Если одно и то же яйцо, например яйцо пчелы, способно развиваться одинаково как после оплодотворения, так и без него, очевидно, должно существовать нечто такое, что произведет на яйцо действие, подобное действию сперматозоида, то есть даст толчок к развитию. Если бы удалось открыть, что это такое, то стало бы возможным искусственно заставить развиваться любое яйцо.

Первым исследователем, добившимся успеха в опытах по искусственному партеногенезу, был Тихомиров. Он доказал, что яйца тутового шелкопряда начинают развиваться





ся после кратковременного воздействия на их оболочки крепкой серной кислотой. Заметили, что яйца некоторых бабочек получают импульс к развитию от прямых солнечных лучей, а для яиц крольчихи было достаточно простого нагревания. В начале нашего века наиболее полно и систематично по искусственному партеногенезу ставил опыты американский ученый Ж. Лёб. Он пытался дать этому явлению теоретическое объяснение, предположив, что те вещества, которые вызывают поверхностное растворение цитоплазмы, могут активизировать яйцеклетку. Лёб воздействовал на яйца морских ежей и других иглокожих органическими кислотами: масляной, валерьяновой, уксусной, а также бензолом и хлороформом. Все эти вещества оказывали одинаковое стимулирующее действие, если сразу же после их нанесения на поверхность яиц последние переносили в морскую воду. Иначе растворялась вся поверхность цитоплазмы, и яйца погибали.

Икринки лягушки, предварительно смоченные лягушачьей кровью, стимулировал к развитию простой укол иголкой. Выведенных таким образом головастиков Лёбу удалось довести до взрослого состояния.

При искусственном партеногенезе все клетки зародыша бывают вдвое меньше обычных, так как их ядра тоже вдвое меньше. Соответственно все тело зародыша тоже меньше, а наследственность его ущербна в том смысле, что гены его только от матери.

Иногда искусственный партеногенез приводил к рождению совершенно нормальных детенышей, так как при одном из дроблений яйца не происходило деления ядра клетки и, таким образом, в последующих клеточных поколениях число хромосом было диплоидным (двойным). Но в большинстве случаев искусственная активизация яйца вообще не удавалась. Обратили внимание на то обстоятельство, что при многих случаях естественного партеногенеза в ряду девственных поколений все же должно происходить время от времени нормальное оплодотворение для оздоровления наследственности, пополнения генетической информации.

Именно это преимущество полового размножения — появление чрезвычайно разнообразного потомства, — не зная законов генетики, так как они были открыты позднее, подчеркивал Ч. Дарвин. Он писал, что потомство, получаемое от родителей, наследственность которых складывалась в различных условиях, имеет огромные пре-



имущества по высоте, весу, конституции и плодовитости по сравнению с потомством, появившимся в результате бесполого размножения. Эти преимущества и закрепила эволюция.

Интересно, что иногда удавалось добиться мужского партеногенеза, при котором наследственные свойства были только от отца. Это получалось, если в только что оплодотворенной яйцеклетке ухитрялись умертвить женский пронуклеус (так называют ядра гамет в зиготе, которые сразу же после оплодотворения начинают изменяться). Оставался только мужской пронуклеус, который и определял будущие наследственные свойства зародыша.

Искусственный партеногенез требует большой сноровки от экспериментатора. В естественных условиях сперматозоид осуществляет «запуск» яйца к развитию легко и быстро. В чем же тут дело? Есть несколько гипотез, объясняющих взаимодействие двух гамет при оплодотворении. Однако вначале надо посмотреть поближе, как они устроены.

## 2. Гимн яйцу

В ходе эволюции способность к воспроизведению потомства сосредоточилась в яйце. Трудно поверить, что яйцо, каких бы размеров оно ни было, до начала дробления представляет собой одну клетку. Она в высшей степени специализирована для функции развития, так как все необходимое для этого в ней есть. Она, бесспорно, заслуживает не только подробного рассказа, но даже гимна, который когда-нибудь ей посвятят эмбриологи.

В зрелом, готовом к оплодотворению яйце есть все, что необходимо каждой живой клетке: ядро с набором хромосом и ядрышком, окруженное ядерной мембраной; цитоплазма с эндоплазматической сетью, на которой фиксированы круглые рибосомы — «фабрика белка». Часто они лежат в цитоплазме свободно. Именно в этих крошечных тельцах идет сборка белковых молекул. Есть в яйце и митохондрии — «силовые станции клетки», ее энергетическая база, содержащая АТФ (аденозинтрифосфорную кислоту), при распаде которой высвобождается энергия, необходимая для всех реакций, идущих в клетке.

Все это — обычные компоненты, присутствующие в любой соматической клетке. (Так называют клетки те-



ла: мышечные, нервные, секреторные и т. д., от слова «сома» — тело.) Но в яйцеклетке есть нечто такое, что отличает ее от них даже внешне, по строению. Это — прежде всего желток, служащий источником питания для зародыша. Его химический состав: жировые капли, липиды, белковые и липопротеидные гранулы, пигментные гранулы.

Помимо желтка, яйцеклетку от соматических клеток отличают ее «собственные оболочки», часто содержащие полисахариды, и наружные защитные оболочки, иногда студенистые (у икринок жаб, тритонов, лягушек), а в других случаях скорлуповые (у птиц и рептилий). Твердые оболочки, в состав которых входят минеральные соли, формируются после оплодотворения.

Кто-то из эмбриологов назвал яйцо птиц «архитектурным чудом». И это действительно так. Микроструктура скорлупы, форма яйца делают его поистине искусным и прочным сооружением.

От того, как в яйце распределен желток и сколько его, зависит не только питание, но и дальнейшее развитие зародыша. Яйца животных, у которых личинки или зародыши рано начинают питаться самостоятельно, содержат мало желтка, причем он распределен равномерно. В яйцах птиц по отношению к размеру зародыша количество желтка огромно. Зародышам млекопитающих не требуется больших запасов пищи в яйцеклетке, так как они получают питание от матери через плаценту. На многих стадиях развития зародыша происходит перемещение клеток и тканей. Количество желтка определяет характер этих движений. Таким образом, хотя главная функция желтка питательная, самим своим присутствием он влияет на формирование тканей и органов зародыша — морфогенез.

И яйцо, и сперматозоид теперь хорошо изучены с помощью светового, фазово-контрастного и электронного микроскопов. Оказалось, что в них иное соотношение между ядром и цитоплазмой по сравнению с соматическими клетками. В зрелом виде ни яйцеклетка, ни сперматозоид сами по себе, как правило, не способны к самостоятельному делению (за исключением естественного партеногенеза, о котором мы уже говорили). Гаметы отличаются от соматических клеток еще и особенностями обмена веществ.

Все их особенности характеризуют специализацию, направленную к выполнению функции размножения.



В отличие от соматических клеток, гаметы образуются в результате особого деления — мейоза. Упрощенно сущность мейоза можно объяснить так: одно за другим быстро следуют два клеточных деления — клетка разделилась на две, затем каждая из половинок — еще на две. Благодаря таким последовательным делениям возникают четыре сперматозоида (каждый с уменьшенным вдвое числом хромосом) или одна яйцеклетка (три других в оплодотворении участвовать не могут). В яйцеклетке также число хромосом (по сравнению с их числом в клетках тела) вдвое меньше.

### 3. Ода в честь клетки, обладающей самостоятельным движением

Удивительная клетка, напоминающая своей способностью передвигаться простейших жгутиковых — сперматозоид, — была открыта впервые Антони Левенгуком в 1677 году. Каждое достижение в технике микроскопии расширяло знания о структуре и функции невероятно сложно устроенной мужской гаметы. У разных животных форма и размеры ее различны: от 40 мкм в длину у морского ежа до 12 мм у некоторых насекомых. Однако есть черты строения, общие для большинства сперматозоидов. В них различают три главные отдела: головку, среднюю часть и хвост. Чрезвычайно сложна организация сперматозоида млекопитающих. Вот неполный перечень его составных частей: ядро, чехлик головки, акросома, шейка, цитоплазматическая оболочка, осевой пучок волокон, митохондриальная спираль, колечко средней части, волокнистая оболочка, осевой пучок волокон основной части и, наконец, осевой пучок волокон концевой части.

Головка активирует яйцо и несет генетическую информацию, так как в ней находится ядро. Ядро зрелого сперматозоида имеет кристаллическое строение, которое обусловлено параллельным расположением молекул ДНК, связанной с основными белками.

Средняя часть сперматозоида содержит митохондрии и состоит из осевого пучка волокон — фибрилл, окруженных их спиральным слоем. Митохондрии вырабатывают энергию за счет таких естественных питательных веществ, как гликоген («животный крахмал») и фосфолипиды.



Средняя часть обеспечивает необходимый обмен веществ, а хвост осуществляет движение.

В головке сперматозоида, впереди ядра, под тонким чехликом (мембраной, характерной для сперматозоидов млекопитающих), находится плотная гранула акросомы, расположенная внутри вакуоли. (Вакуоль от слова «вакуум» — пустое пространство. В клетке — пространство, заполненное жидкостью.) Акросома обеспечивает начальный контакт сперматозоида с яйцеклеткой. Площадь ее верхушки равна одной миллионной поверхности яйца.

Когда яйцо своим присутствием стимулирует сперматозоид, его клеточная мембрана разрывается на вершине акросомы, и происходит слияние мембран сперматозоида и яйца.

Следом за головкой расположена шейка. В этой части начинаются тонкие нити — фибриллы, образующие среднюю часть и хвост. Последний состоит из двух осевых белковых фибрилл, окруженных девятью двойными фибриллами. Эти фибриллы прикреплены к находящемуся в шейке базальному тельцу, из которого они, возможно, происходят.

Хвост содержит сократительные фибриллы. Его основной части приписывают главную роль в движении сперматозоида. Эта часть покрыта волокнистой оболочкой, окружающей тот же осевой пучок фибрилл, что тянется из средней части к хвосту. Этот пучок сохраняется и в концевой части хвоста, но здесь цитоплазматическая оболочка, окружающая фибриллы, доведена до минимума. Две центральные фибриллы, возможно, несут функ-



Сперматозоид человека по представлениям преформистов (рисунок взят из книги Дж. Нидхэма «История эмбриологии»)



цию передачи раздражения (наподобие нервных волокон), а от наружных фибрилл зависят движения хвоста, то есть они работают наподобие мышц. В них был обнаружен тот же фермент, что и в мышцах: аденозинтрифосфатаза. Из сперматозоидов был выделен сократительный белок, аналогичный актомиозину, сократительному белку мышц.

Благодаря своему строению и особенностям обмена веществ сперматозоид чрезвычайно подвижен, но в течение очень короткого времени. При этом оказалось, что он теряет подвижность не потому, что расходует энергию. Так, было установлено, что в течение трех часов содержание АТФ в сперматозоидах морского ежа не уменьшалось несмотря на то, что за это время они теряли свою подвижность. В чем причина этого явления? Пока неизвестно.

Количество цитоплазмы в сперматозоиде по сравнению с яйцом незначительно, и он не имеет резервных питательных веществ. Главная задача мужской гаметы — побуждать яйцо к развитию и снабдить его ядром, содержащим половину хромосомного набора будущего зародыша. Вхождение ядра сперматозоида в яйцо необходимо, так как это единственный способ внести в яйцо новую наследственность. Таким образом, сперматозоид хотя и не может сам по себе дать начало новому организму, но он все же заслуживает, если не гимна, то, по крайней мере, хвалебной оды.

#### 4. И в мать, и в отца

Каждая соматическая клетка человека содержит 46 хромосом. Каждый сперматозоид — 23, яйцеклетка — 23, а когда во время оплодотворения их ядра сольются, число 46 восстановится, причем 23 хромосомы яйцеклетки принесут зародышу материнскую наследственность, а 23 хромосомы сперматозоида — отцовскую. Хромосомы («окрашивающиеся тельца») присутствуют в ядре каждой живой клетки, но становятся видимыми в микроскоп лишь в период клеточного деления. У каждого вида их число постоянно, и во всех клетках тела это всегда четное число. Иногда и в гаметах оно является четным.

Больше всего хромосом оказалось у одноклеточного микроскопического морского животного радиолярии — 1600.



Еще в конце прошлого века Вильгельм Ру предположил, что отдельная хромосома содержит жизненно важные структуры, так как при клеточном делении все они делятся вдоль пополам, и половинки отходят к полюсам клетки. Очевидно, эти структуры расположены по длине хромосом, иначе они делились бы не вдоль, а поперек.

Догадка В. Ру полностью подтвердилась. В хромосомах находятся длинные спирали молекул ДНК (так сокращенно принято называть дезоксирибонуклеиновую кислоту). Последовательность расположения в ней ее отдельных звеньев — нуклеотидов, каждый из которых содержит одно из четырех оснований: аденин, гуанин, тимин, цитозин (сокращенно: А, Г, Т, Ц) и представляет тот знаменитый генетический код, от которого зависит синтез белков, характерных для данного организма. Так как разные признаки — это разные белки, то в комплексе весь генетический код ДНК создает наследственное богатство будущего потомка.

Предполагают, что в 46 хромосомах человека находится около 100 000 генов, несущих наследственную информацию. В зависимости от того, как разные гены (отцовские и материнские) станут взаимодействовать между собой, в дальнейшем ребенок будет больше походить на того или другого родителя.

О том, что в соматических клетках человека по 46 хромосом (23 пары: половина от отца, половина от матери), стало известно сравнительно недавно, в 1956 году. Международная конференция генетиков в Деновере 1960 года разработала систему классификации хромосом человека. Каждая пара, — от самых длинных до коротеньких — была пронумерована от 1 до 22. Лишь самая последняя, 23-я пара потребовала особого обозначения. 22 пары хромосом называли аутосомами, а хромосомы 23-й пары, в зависимости от их размера: большую — буквой «икс», а маленькую — «игрек» (X и Y).

К 1975 году стало известно 2336 признаков, определяющие гены которых локализованы в 1100 участках аутосом, и 95 признаков — в X-хромосоме. Например, стало известно, что в хромосомах 1-й пары (точнее, в содержащейся в них ДНК) есть гены, ответственные за синтез фермента амилазы. Амилаза вырабатывается слюнными железами и поджелудочной железой, она расщепляет (то есть способствует перевариванию) полисахариды (крахмал, растительную клетчатку и т. п.). К настоящему вре-



мении известно точное месторасположение более 240 генов на аутосомах, более 110 генов на X-хромосоме и 1 гена на Y-хромосоме. Процесс определения точного места расположения генов на хромосомах называют картированием хромосом.

В каждой половой клетке при мейозе возникает свое сочетание генов, содержащихся в 23 хромосомах. Удалось подсчитать, что количество сочетаний генов (и, следовательно, сортов гамет) записывается астрономическим числом  $2^{23}$ . Таким образом, встреча сперматозоида и яйца, содержащих какие-то конкретные, желаемые родителем гены, является примерно такой же случайностью (если не очень придирается к математическим расчетам), как возможность выигрыша в «Спортлото» наибольшего приза.

В зиготе записано на языке генетики огромное количество особенностей, начиная от цвета глаз и кончая тончайшими деталями обмена веществ. В ней же заключена «здоровая и больная наследственность». Причем записано это твердо, как на скрижалях, запись остается в течение многих веков. Да иначе и быть не может. Ведь если бы наследственность не была консервативна, виды растений и животных изменялись бы очень часто.

Биологические особенности будущего потомства во многом зависят от качества половых клеток. Индивидуальные черты каждой гаметы появляются при их развитии, которое происходит в половых железах мужского и женского организма. Зрелыми, то есть способными дать потомство, и сперматозоид, и яйцевая клетка становятся в организме, достигшем половой зрелости. Мужские половые клетки образуются с этого времени постоянно, и в любой момент последующей жизни они имеются у мужчин. У женщин гаметы созревают только раз в месяц. Поэтому стать отцом можно с момента созревания гамет в любой момент жизни, а стать матерью — со времени достижения половой зрелости — раз в месяц. Качество каждой гаметы зависит от состояния организма и тех внешних и внутренних факторов, которые могли повлиять на гаметы в период их созревания.

Созревание половых клеток — весьма ответственный период, ибо в это время в ядре каждой из них складывается тот уникальный набор генов, который будет передан потомству.



## 5. Мальчик или девочка?

В 1949 г. ученые Барр и Бертрам открыли в ядрах нейронов кошки, как им показалось вначале, «новую частицу». Когда клетки окрашивали специальным красителем, в их ядрах становилось видимым маленькое темное пятнышко. Как ни странно, в ядрах нейронов самцов его обнаружить так и не смогли. Оказалось, что окрашивающееся пятнышко не что иное, как одна из хромосом последней по нумерации пары. Позднее такие глыбки были обнаружены в ядрах многих самок других животных и у женщин. Назвали эти глыбки X-половым хроматином, так как это особое состояние X-хромосомы. Как уже говорилось, в яйцеклетках человека она по счету 23-я. Если яйцеклетка будет оплодотворена сперматозоидом с X-хромосомой, то сочетание половых хромосом XX в клетках зародыша определит его женский пол, если же яйцеклетку оплодотворит сперматозоид с Y-хромосомой, сочетание XY определит мужской пол. И так же будет определяться пол у всех животных, за исключением бабочек и птиц. У них, наоборот, сочетание XY бывает у самок, а сочетание XX — у самцов. Таким образом, пол будущего ребенка определяется в момент зачатия, и его ничто не может изменить. «Если в женщине развивается зародыш женского пола, сколько бы она ни слушала военных маршей, сколько бы ни разглядывала картины, изображающие бравых атлетов, это не даст ей возможности произвести на свет мальчика», — иронизирует автор «Генетики», профессор Эдинбургского университета Шарлотта Ауэрбах («Генетика», 1969, с. 112). Более того, так как пол будущего ребенка зависит исключительно от X- или Y-хромосом сперматозоида, становится понятной необоснованность обвинений, иногда предъявляемых мужем жене, родившей дочь вместо ожидавшегося сына. «Виновником» в таких случаях всегда бывает отец.

Так как при мейозе в организме мужчины всегда образуется равное количество сперматозоидов с X- и Y-хромосомами, то отношение числа рождающихся мальчиков к числу девочек должно было бы составить 1:1. Но этого не происходит. На самом деле отношение немного выше в сторону мальчиков — 104:100. Очевидно, сперматозоиды с Y-хромосомой по каким-то пока неизвестным причинам



обладают большей оплодотворяющей активностью, чем сперматозоиды с X-хромосомой. Не исключено, что такое соотношение полов при рождении возникает из-за различной выживаемости мальчиков и девочек еще до рождения. Оказалось, что при помощи центрифугирования удастся отделить друг от друга сперматозоиды с X- и Y-хромосомой, то есть между ними, как и следовало ожидать, есть разница в массе (в весе), ведь X- и Y-хромосомы по массе различны.

Генетически сперматозоиды неоднородны. У человека X-хромосома содержит много генов, тогда как в Y-хромосоме их очень мало: это главным образом гены, определяющие черты мужского пола. Признаки, контролируемые генами, находящимися в половых хромосомах, называют сцепленными с полом, и их наследование связано с наследованием пола. Потомки мужского пола получают свою единственную X-хромосому от матери. От нее же они наследуют поэтому и все гены, определяющие признаки, сцепленные с полом. Потомки женского пола получают по одной X-хромосоме и от матери, и от отца.

У человека ген гемофилии находится в X-хромосоме. При этом заболевании нарушена свертываемость крови, так что даже укол булавкой приводит к сильному кровотечению. Гемофилия — болезнь, которой страдал последний отпрыск рода Романовых, царевич Алексей.

Ген гемофилии передавался из поколения в поколение по женской линии, но ни одна из сестер царевича этим заболеванием не страдала. Оно проявляется только у потомков мужского пола. У женщины для проявления гемофилии должно быть два аномальных гена, располагающихся по одному в каждой X-хромосоме. Впервые гемофилию у женщины описали в 1951 г. Известно, что английская королева Виктория передала ген гемофилии некоторым из своих детей и внуков, и гемофилия стала бедствием во многих поколениях этой семьи.

При цветовой слепоте, также сцепленной с полом, человек не может отличать красный цвет от зеленого. Этим дефектом зрения страдает около 4% мужчин и менее 1% женщин: для проявления заболевания у женщин, так же как в случае с гемофилией, необходимо два гена, а у мужчин — один.

6. 11  
они в

Так однажды в ужасе  
тая роды ночью, при свет  
не ограничилось тройней  
В 1968 году в Бир  
2 мальчика и 4 девочки. О  
рождения. Их мать лечи  
созданным для борьбы с  
роютно, он стимулировал  
яйцеклеток. Это был пер  
близнецов в Англии.

Как правило, после о  
щины происходят нейрот  
ствующие созреванию по

В 1971 году в Гдань  
3 мальчика и 2 девоч  
популярными людьми  
появлявшимся в печати  
случаях, очевидно, ро  
впрочем, точно ответит  
ли близнецы, в каждом

Если же на первы  
расходятся, каждый из  
больше самостоятель  
об однойцевых близн  
все мальчики, либо де  
похожи, их часто пута  
не более, чем обычные

В Калифорнии не  
в суд иск для определ  
близнецов. В крови де  
зали, что двое близне  
Регистрация таких слу  
XIX века. Специалист  
редкого феномена, на  
В 1922 г. известн  
дев собрал в своем у  
творению, относящие  
шего века. Он сооб



## 6. «Погасите свечу, они выходят на свет!»

Так однажды в ужасе закричала акушерка, принимавшая роды ночью, при свете свечи, когда увидела, что дело не ограничилось тройней и на свет появляется четвертый.

В 1968 году в Бирмингеме родилось 6 близнецов: 2 мальчика и 4 девочки. Один из них умер через час после рождения. Их мать лечилась тогда новым препаратом, созданным для борьбы с одной из форм бесплодия. Вероятно, он стимулировал созревание сразу нескольких яйцеклеток. Это был первый случай рождения шестерых близнецов в Англии.

Как правило, после оплодотворения в организме женщины происходят нейрогормональные изменения, препятствующие созреванию новых яйцеклеток.

В 1971 году в Гданьске родилось пять близнецов: 3 мальчика и 2 девочки. Вскоре они стали самыми популярными людьми в Польше и, по сообщениям, часто появлявшимся в печати, развивались нормально. В обоих случаях, очевидно, рождались разнояйцевые близнецы, впрочем, точно ответить на вопрос, каким образом возникли близнецы, в каждом конкретном случае трудно.

Если же на первых стадиях дробления бластомеры расходятся, каждый из них может дать начало двум или больше самостоятельным организмам. Тогда речь идет об однояйцевых близнецах, они всегда одного пола: либо все мальчики, либо девочки. Однояйцевые близнецы очень похожи, их часто путают родители. Разнояйцевые похожи не более, чем обычные братья и сестры.

В Калифорнии несколько лет назад женщина подала в суд иск для определения отцовства родившихся у нее близнецов. В крови детей исследовали 40 белков и доказали, что двое близнецов произошли от разных мужчин. Регистрация таких случаев ведется эмбриологами с начала XIX века. Специалисты знают около 10 случаев этого редкого феномена, названного сверхоплодотворением.

В 1922 г. известный советский гинеколог В. С. Груздев собрал в своем учебнике материалы по сверхоплодотворению, относящиеся к концу прошлого — началу нашего века. Он сообщил любопытный факт: однажды в



Америке женщина родила двух разнотайцевых близнецов, один из которых был белым, другой — черным.

Рождение близнецов подчиняется странным закономерностям, на которые впервые обратил внимание французский биолог Эллен в конце прошлого столетия. Обычно на 87 детей-одиночек приходится одна пара двойняшек. На 87 двоен — одна тройня. На 87 троен — один случай рождения четырех близнецов, на 87 близнецов, рожденных вчетвером, — пять близнецов и т. д. Одна треть из них — однояйцевые.

У разных народов близнецы рождаются с разной частотой. Больше всего их бывает у негров, живущих в Америке, реже, чем у других народов, они рождаются у японцев (35 пар двойняшек на 10 тысяч одиночек). В США на каждые 86—88 рождений — одна пара близнецов, то есть каждый сорок четвертый американец — близнец<sup>1</sup>.

Ежегодно в США собирается многолюдный съезд, на который со всех концов страны съезжаются близнецы от мала до велика. На этот съезд приезжают только «истинные», то есть однояйцевые близнецы, похожие друг на друга, как две капли воды, и всегда в одинаковых одеждах.

У «истинных» близнецов — одинаковый набор генов. У них поэтому отсутствует барьер тканевой несовместимости и хорошо удаются пересадки органов от одного к другому. Они болеют нередко одинаковыми болезнями и часто живут примерно одинаково долго.

Удивительные, понятные и непонятные закономерности, связанные с близнецами, этим не ограничиваются. Если женщина уже восемь раз рожала и ей 35—39 лет, то у нее, оказывается, есть наибольший шанс стать матерью разнотайцевых близнецов. Несколько меньший шанс у женщины такого же возраста, но родившей на одного ребенка меньше, и т. д.

Второй ряд потенциальных матерей близнецов в такой же последовательности занимают тридцати-тридцатипятилетние женщины. Считают, что способность рожать разнотайцевых близнецов наследуется и передается от матери к дочерям, то есть это признак, сцепленный с женской X-хромосомой. Некоторые семьи удивляли мир своим «плодородием».

<sup>1</sup> И. Акимовский. Занимательная биология. М., Молодая гвардия, 1972, с. 91—92.



В 1755 году крестьянин села Введенского Яков Кирпилов представлен был ко двору. Он имел тогда от роду 60 лет и был женат на второй жене. Первая за 21 беременность родила 57 живых детей ( $4 \times 4 + 7 \times 3 + 10 \times 2 = 57$ ). Вторая в 7 родов — 15 детей:  $1 \times 3 + 6 \times 2 = 15$ . Следовательно, он был отцом 72 детей!

В 1782 году 27 февраля была прислана в Москву весть от Никольского монастыря, что Шуйского уезда крестьянин, Федор Васильев, женатый два раза, имел от обоих браков 87 детей. Первая жена за 27 родов родила  $4 \times 4 + 7 \times 3 + 16 \times 2 = 69$ ; вторая —  $2 \times 3 + 6 \times 2 = 18$ . Васильеву в том году было 75 лет, из детей были живы 83<sup>1</sup>.

В Италии уже в наше время одна женщина родила шесть пар близнецов. Разнояйцевые близнецы не всегда появляются на свет одновременно. Иногда второй рождается месяц спустя после первого. Известен случай (в Индии) рождения второго близнеца через 45 дней после первого.

Пять близнецов — явление редкое, одна пятерка приходится на 52 миллиона одиночек, такие близнецы вскоре умирают так же, как шестерки. Шесть близнецов рождались трижды, но ненадолго, они все или частично вскоре умирали. В Германии, в городе Хамельн, на памятнике сохранился барельеф с надписью: «Когда пошел 1600 год, 9 января, утром, она родила двух мальчиков и пять девочек» — свидетельство о рождении семерых близнецов...

«Неразлучны, как сиамские близнецы» — это вошло в поговорку. Иногда близнецы рождаются сросшимися, и приблизительно пятая часть из них выживает. Сиамские близнецы Чан и Ин родились в Сиаме, в 1811 году. Они срослись в области груди и вначале могли лежать только лицом к лицу. Потом, по мере их роста, соединявшая их перемычка растянулась, и они стали ходить и бегать и даже плавать плечом к плечу. Каждый жил своей жизнью, часто они в разное время ели, работали и спали.

Мать-китаянка продала их в цирк, и много лет их показывали как диковинку в цирках Америки и Европы. Скопив деньги, они поселились в США, женились на двух сестрах и родили 20 нормальных и двух глухонемых детей. Гражданская война между Севером и Югом принесла им разорение, и Чан запил с горя. В 1869 году его

<sup>1</sup> А. Башуцкий. Папорама Санкт-Петербурга. 1834, т. II, с. 75.



парализовало, но близнецы прожили еще пять лет — до 1874 года. Чан заболел воспалением легких и умер во сне. Ин, узнав о его смерти, скончался через два часа.

Иногда хирургическим путем удастся разъединить близнецов, но успех операции зависит от степени и места срастания.

Как это ни странно, с близнецами связаны не совсем обычные суеверия. Считалось, что дети-близнецы могут каким-то образом влиять на погоду. У некоторых индейских племен был обычай заставлять близнецов обращаться с молитвой к дождю и ветру: «Утихомирься ты, дуновение близнецов!» Люди верили, что каждое желание близнецов выполняется, и они способны причинить зло тому, кого ненавидят, могут вызвать появление в реке лосося и других рыб. Слово «близнецы» означало у них «податели изобилия».

Согласно верованиям индейского племени квакиутль, одним движением рученок близнецы могут нагнать ветер или вызвать хорошую погоду, а маханием грубой деревянной погремушкой исцелять болезни. Индейцы шезвепы называют близнецов молодыми бурными медведями. И по их поверью, в отношении погоды близнецы наделены сверхъестественной силой. Они могут вызывать дождь — для этого им достаточно лить воду через плетеную корзину. Для того, чтобы вызвать хорошую погоду, они должны вертеть плоскую дощечку за веревочку, привязанную к ней. Бурю близнецы могут тоже нагнать, бросая перья на ветки сосны или ели.

Баронги, негры банту (Ю.-В. Африка) называют мать близнецов именем Тило («небо»), а самих близнецов — «детьми неба». В период засухи мать близнецов их самих (или их могилы в священной роще) кропит водой — это обряд вызывания дождя. Могила близнецов всегда должна оставаться влажной, их обычно погребают вблизи озера. Если усилия вызвать дождь оказываются тщетными, значит, кто-нибудь из близнецов похоронен в сухом месте. Тогда колдун советует выкопать ему могилу поближе к озеру, и близнеца немедленно в нее переносят, ибо негры уверены, что это — единственное радикальное средство вызывать дождь.

КЛЕТКИ-  
ОРГАНИЗМУ

О, разрознен  
Загадку же  
Древнюю, в  
Уж много

1. Как и

Клетка человека по  
130 мкм. Это — ничто  
некоторых животн  
у одного из видов акул  
— 10 см в диаметре.

В начале половой деяте  
жизни 40—80 тысяч я  
30 лет из них расходует  
значительно мень

После созревания яйц  
мало, несколько часов. В  
оплодотворена спус  
примерно такое  
превышает чис

В течение всей жи  
000 000 000 сперматоз  
40—50 миллионов сп  
объеме их становится  
мужских гамет, пос  
200—300 миллион  
ростом 7,5 см/час,  
вместе в его



# III

## ОТ КЛЕТКИ— К ОРГАНИЗМУ

О, разрешите мне, волны,  
Загадку жизни —  
Древнюю, полную муки загадку!  
Уж много мудрило над ней голов...

Г. Гейне, «Вопросы»

### 1. Как начинается новая жизнь

Яйцеклетка человека похожа на шарик диаметром около 130 мкм. Это — ничтожные размеры по сравнению с яйцами некоторых животных. Самое крупное яйцо бывает у одного из видов акул — 22 см в диаметре и у страуса — 10 см в диаметре.

К началу половой деятельности в яичниках женщины содержится 40—80 тысяч яйцеклеток. За период от 15 до 50 лет из них расходуется всего около 400, а оплодотворяется значительно меньше, около 20.

После созревания яйцеклетка живет недолго, как правило, несколько часов. В организме женщины она может быть оплодотворена спустя 24 часа. Сперматозоид жизнеспособен примерно такое же время. Число сперматозоидов намного превышает число яиц, этим увеличивается вероятность оплодотворения.

В течение всей жизни у мужчины образуется 340 000 000 000 000 000 сперматозоидов. Нормальная оплодотворяющая способность спермы обеспечивается при содержании 40—50 миллионов сперматозоидов в 1 мл. Если в этом объеме их становится меньше 20 миллионов, оплодотворяющая способность падает, так как из огромного числа мужских гамет, поступающих в организм женщины (из 200—300 миллионов), лишь 300—500, двигаясь со скоростью 7,5 см/час, достигают яйца. И только один из них внедряется в его оболочку, остальные погибают.

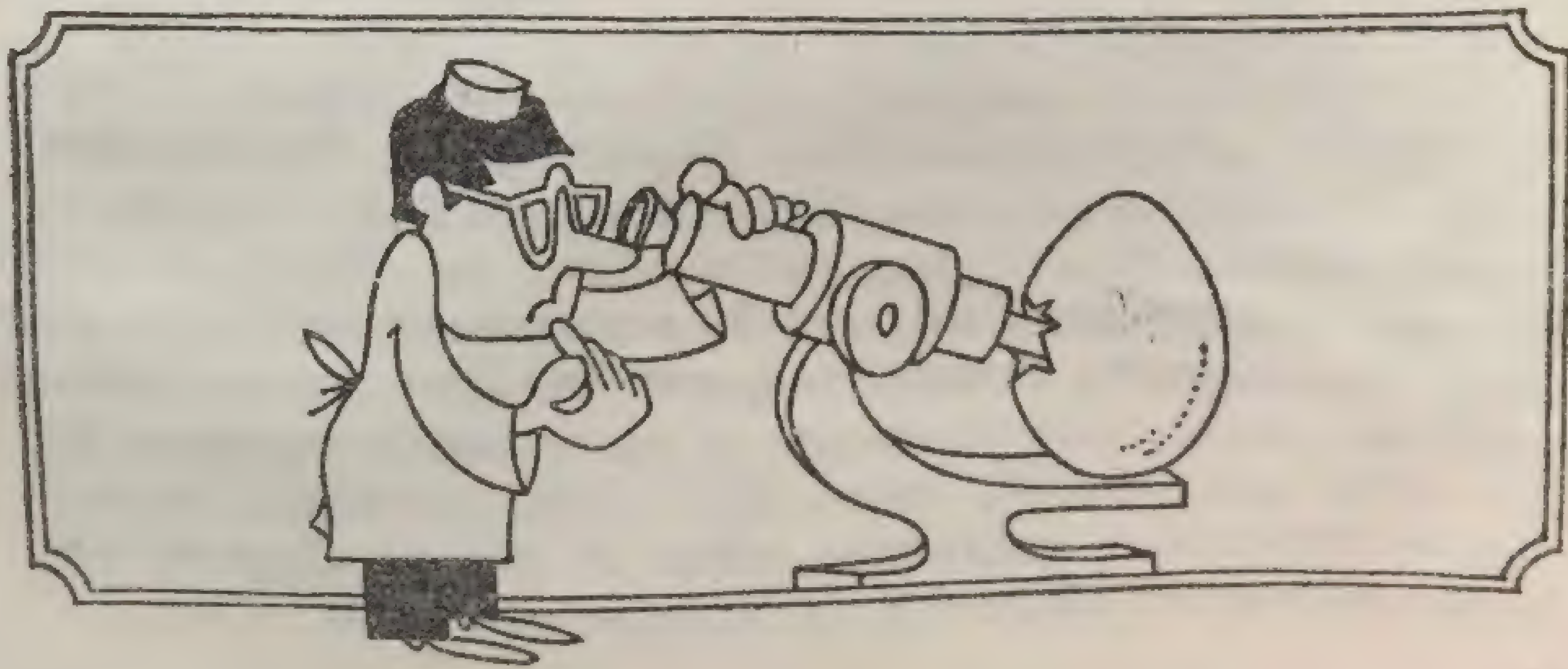


Почему именно этот оказался избранником? Чем он лучше остальных? До сих пор это одна из биологических загадок. Несомненно, успех оплодотворения зависит от многих внутренних и внешних причин. Например, уже доказано, что иногда между яйцом и сперматозоидом существует биологическая несовместимость. Известны случаи, когда в семье долго не было детей, но после того, как супруги расстались, дети появлялись в новых семьях и у мужа, и у жены.

Слиянию ядер двух гамет предшествуют биохимические реакции. Биохимические исследования процесса оплодотворения начались с открытия американского ученого Ф. Лилли. В начале нашего столетия в студенистой оболочке яйца он обнаружил вещество, которое назвал фертилизином. Открытие Ф. Лилли долгое время подвергалось сомнению, но позже подтвердилось. Дальнейшие исследования показали, что фертилизин оказывает различного рода воздействия на сперматозоиды: вызывает реакцию акросомы, активизирует и поддерживает активность, склеивает головки тех из них, которые «остались за бортом», ускоряя их гибель.

Общая функция оболочки яйца заключается в снижении оплодотворяющей способности сперматозоидов и тем самым в предотвращении полиспермии — проникновения внутрь яйца других, «лишних» мужских гамет.

Наличие фертилизина может объяснить механизм «наружного оплодотворения», например, встречу гамет. Но оплодотворение — явление гораздо более сложное, чем это еще недавно представляли биохимики и генетики. Этот процесс нельзя уложить в рамки единой простой теории. Он вызывается многими факторами и сопровожда-





ется морфологическими, физиологическими и биохимическими изменениями в гаметах.

История изучения оплодотворения весьма поучительна. Это яркий пример того, как наука иногда может отбрасывать устаревшие теории и заменять их лучшими, по мере накопления знаний. Однако до сих пор совершенной теории оплодотворения никому создать не удалось.

Разработка этой проблемы началась с открытия сперматозоида Антони Левенгуком в 1677 году и опытов по искусственному оплодотворению яйца спермой. Впервые их осуществил Сваммердам, потом повторили Розенгоф (в 1730 г.) и Спалланцани (в 1785 г.). В работе Спалланцани, озаглавленной «Опыты для выяснения истории зарождения животных и растений», описано громадное количество опытов и наблюдений, из которых он тогда не сумел сделать верных выводов. Спалланцани ошибался, утверждая, что оплодотворяющее начало заключается не в сперматозоидах, а в жидкой части спермы. Опровержение этого взгляда было заслугой двух французских ученых Дюма и Прево. В 1824 году они доказали, что оплодотворяющим началом являются сперматозоиды. Все, что их убивает или удаляет, лишает сперму способности оплодотворить. Потребовалось еще 30 лет, чтобы эта точка зрения окончательно восторжествовала.

В середине 70-х годов прошлого столетия учение об оплодотворении вступило в новую фазу. К этому времени изучение клетки позволило многое узнать о ее делении. В 1875 году немецкий ученый О. Гертвиг описал главные явления, сопровождающие оплодотворение яиц морских ежей. Им было установлено, что при оплодотворении ядра гамет сливаются в одно общее ядро оплодотворенного яйца. То же явление наблюдали ботаники у водорослей и покрытосемянных растений. Вслед за этими фундаментальными открытиями центр тяжести исследований был перенесен с ядер на хромосомы. Были заложены основы учения о хромосомном аппарате гамет, который играет столь важную роль в современной генетике. Но в конце прошлого и начале нашего века исследователи еще не понимали связи между оплодотворением и наследственностью.

Дальнейшие попытки объяснить процесс оплодотворения связаны с именами Ф. Лилли, Е. Батайона и Ж. Лёба.

Как уже говорилось, основой теории Ф. Лилли послужил открытый им фертилизин. В настоящее время нет



сомнений в существовании взаимодействующих между собой веществ сперматозоида и яйца, однако ни фертилин, ни вещества, открытые позже, не оказались абсолютно необходимыми для успеха оплодотворения.

Согласно теории Е. Батайона, наиболее характерным свойством неоплодотворенного яйца является его угнетенное состояние из-за снижения активности дыхания. Отслаивание оболочки оплодотворения, вызываемое оплодотворением или искусственной активизацией яйца, удаляет токсичные вещества, которые в нем накопились. И действительно, исследования подтвердили, что неоплодотворенное яйцо — это клетка в состоянии угнетения. Однако избавление ее от этого состояния еще не объясняет в полной мере всю сложность оплодотворения.

Теория Ж. Лёба была высказана давно, но до сих пор некоторые ее положения в силе. Мы уже рассказали об опытах этого выдающегося эмбриолога по искусственному партеногенезу. Как вы, вероятно помните, в этих опытах Лёб последовательно обрабатывал яйца животных сначала химическими веществами, растворяющими их оболочку, затем — морской водой, чтобы приостановить этот процесс. Исходя из этих опытов, Лёб предложил следующую теорию оплодотворения. На первой стадии активации яйца происходит растворение участка оболочки, сопровождаемое аномальными окислительными процессами, а на следующей стадии яйцо избегает полного растворения благодаря действию какого-то фактора, который приводит его дыхание к норме.

Если ограничиться рассмотрением оплодотворения у морского ежа, этого излюбленного объекта исследований многих эмбриологов прошлого, нельзя не поразиться гениальной прозорливости Лёба. При оплодотворении у яиц морских ежей действительно происходит распад некоторых веществ оболочки и изменения интенсивности дыхания.

В 50-х годах нашего века американский эмбриолог Гейльбрун доказывал, что в оплодотворении, так же, как при свертывании крови, основную роль играет кальций. Другой американский исследователь, Рунстрем, предположил, что в поверхностном слое яйца морского ежа содержится комплекс, состоящий из двух веществ: ингибитора (вещества, подавляющего активность фермента) и самого фермента. При внедрении сперматозоида в оболочку яйца ингибитор исчезает, а фермент начинает работать, ускоряя



химические реакции, способствующие растворению оболочки.

Гипотеза подтвердилась. Кроме нее, высказывались мысли, что при оплодотворении в начальных изменениях, происходящих в яйце, участвуют митохондрии и лизосомы (маленькие тельца в клетке, при исследовании в электронном микроскопе похожие на мешочки; они содержат особые ферменты, способствующие растворению клеточных мембран).

Возможно, при оплодотворении происходит распад лизосом и освобождение их ферментов, а также целого набора других ферментов, активизирующих биохимические реакции в яйце. Так обстоит дело или иначе — покажет время. А пока мы имеем полную возможность посмотреть, как осуществляется великое таинство жизни, каждый раз дающее новое ее начало, — оплодотворение.

Это видно только в микроскоп: сперматозоид, вооруженный «копьем» акросомы, продвигается через оболочку, внутрь яйца. В это время акросомная гранула распадается, и одновременно исчезает находящаяся перед ней оболочка яйца. Выделяется особый фермент, разрушающий оболочку. В сперматозоидах млекопитающих, включая человека, он аналогичен ферментам, способствующим внедрению бактерий в живую клетку. Акросомная и яйцевая мембраны сливаются, образуя одну непрерывную мембрану, содержимое яйца и сперматозоида становится единым. Но хвост сперматозоида остается за пределами яйца. «Мавр сделал свое дело, мавр может уйти».

После того, как оболочка яйца и сперматозоида слились, начинается то главное, ради чего происходит оплодотворение, — движение ядер обеих гамет навстречу друг другу и объединение их хромосомных наборов. Как только это произойдет, оплодотворенная яйцеклетка — зигота — готова к дроблению. Ее ядро, восстановившее двойной набор хромосом, даст жизнь новой индивидуальности, весь путь развития которой запрограммирован длительной эволюцией в сочетаниях родительских генов.

Оплодотворение удалось заснять на киноплёнку. Первые кадры удивительного фильма показывают, как сперматозоиды суеются вокруг яйцеклетки, а затем один из них проникает внутрь. И сразу же вокруг яйца образуется оболочка оплодотворения, препятствующая проникновению внутрь яйца других мужских гамет. Так бывает не у всех. У многих птиц и пресмыкающихся в яйцо



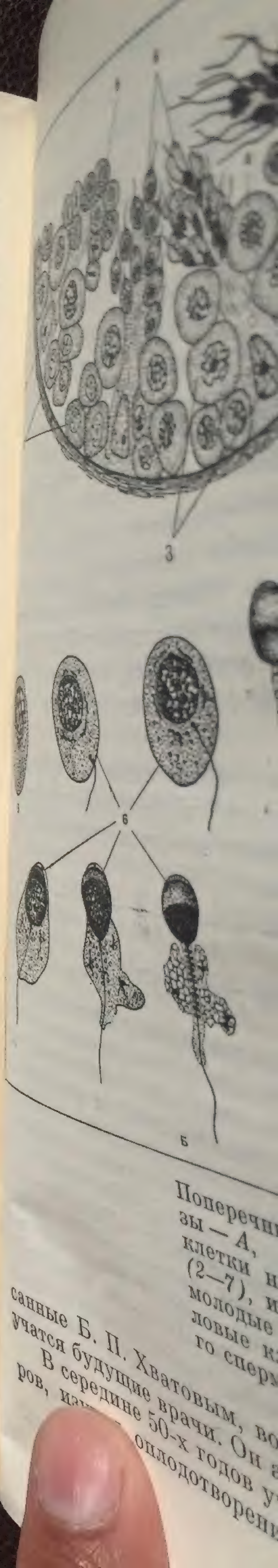
проникает несколько сперматозоидов, но с ядром яйца сливается ядро только одного из них.

Оказалось, однако, что не совсем обычные условия, например среда, лишенная солей кальция, некоторые ферменты, кислоты, мочевины препятствуют образованию оболочки оплодотворения и позволяют еще раз оплодотворить уже оплодотворенное яйцо. Если удалить студенистую оболочку яйца, иногда удается осуществить скрещивание между разными видами и даже родами животных, то есть получить то, что обычно отсутствует в природе — межвидовые и межродовые гибриды.

Одними из первых вне организма, в специально созданных приборах, наблюдали оплодотворение у человека и первые часы его развития крымские эмбриологи.

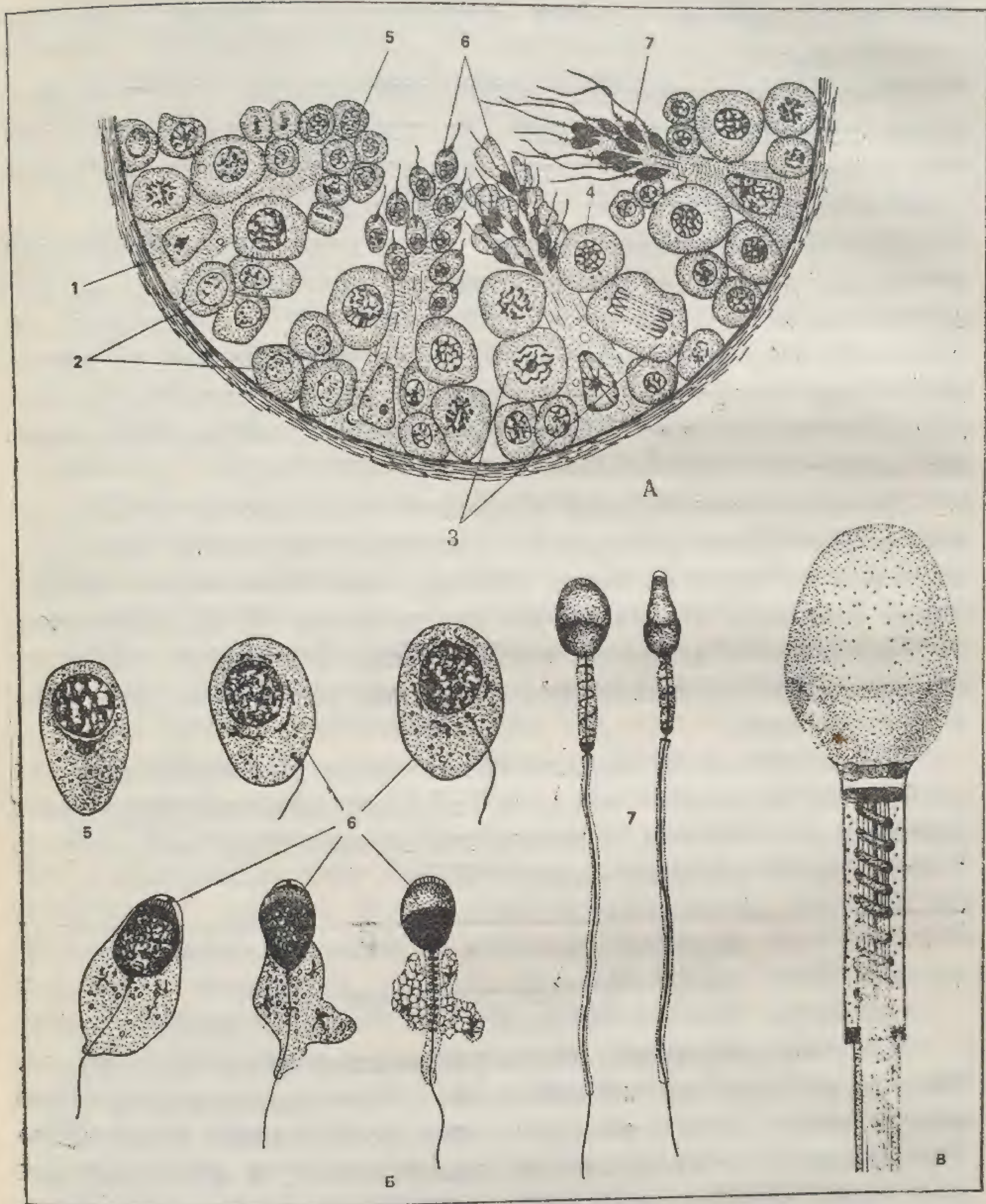
Еще в конце 30-х годов Борис Павлович Хватов, ученик В. П. Карпова и Б. И. Лаврентьева, возглавил кафедру гистологии и эмбриологии Крымского медицинского института. Его работы по эмбриологии вскоре стали широко известны и у нас, и за рубежом.

Первые крупные исследования в Крыму в области цитологии и эмбриологии были завершены к началу 30-х годов нашего столетия в Таврическом университете, находившемся в Симферополе, под руководством известного ученого, профессора А. Г. Гурвича, автора много обсуждавшейся в те годы и привлекающей внимание и сейчас гипотезы митогенетического излучения. Однако периодом создания Крымской эмбриологической школы следует считать годы творческой деятельности профессора Б. П. Хватова (он руководил кафедрой до 1972 года). Под его руководством были созданы новые методы, описаны новые факты и воспитаны десятки ученых, утвердивших в последующие годы эмбриологическое направление исследований в Крыму и других вузах и лабораториях страны. Б. П. Хватов предложил и разработал оригинальный метод обнаружения зародышей на ранних этапах развития и установил закономерности перемещения их в маточных трубах. Ему принадлежат подробные описания процессов оплодотворения и дробления зиготы млекопитающих животных и человека. Эти описания зародышей первых дней жизни вошли в мировую коллекцию эмбрионов (каждый из зародышей человека первого месяца развития находится на учете у специалистов, так как изучение их помогает получить представление о закономерностях начальных этапов развития). Зародыши, опи-



Поперечный  
зы — А,  
клетки и  
(2—7), и  
молодые  
ловые к  
го сперм  
санные Б. П. Хватовым, во  
учатся будущие врачи. Он а  
В середине 50-х годов у  
ров, из эмбрионов, оплодотворен





Поперечный срез мужской половой железы — А, содержащей мужские половые клетки на различных стадиях развития (2—7), и клетки, питающие их (1). Б — молодые (5, 6) и зрелые (7) мужские половые клетки. В — схема строения зрелого сперматозоида (по А. Г. Кнорре)

санные Б. П. Хватовым, вошли в учебники, по которым учатся будущие врачи. Он автор шести книг.

В середине 50-х годов ученик Б. П. Хватова, Г. Н. Петров, изучал оплодотворение млекопитающих и человека



вне организма и описал особенности, сопровождающие этот процесс.

В последующие годы эмбриологи разных стран продолжали совершенствовать методы исследований ранних стадий развития зародыша, так как этого все более требовали практическая медицина и животноводство.

Результаты исследований позволили разработать ряд способов, препятствующих оплодотворению. Одни из них не допускают сближения сперматозоида с яйцеклеткой, другие учитывают сроки созревания яйцеклетки, не допуская к ней в этот период мужских гамет, третьи не позволяют сперматозоиду проникнуть в яйцо, четвертые убивают зиготу.

Несколько лет назад в печати появилось сообщение, что в Нью-Дели завершена экспериментальная проверка вакцины от беременности. Мысль о возможности создания такой вакцины в свое время высказывал И. И. Мечников.

Вакцина, о которой сообщалось, блокирует действие гормона, необходимого для развития зиготы, и действует в течение года.

Как видим, в последнее время люди во многих странах озабочены поиском методов, эффективно регулирующих рождаемость. О том, почему это происходит, пойдет речь в одной из последних глав.

## 2. Что такое развитие?

Мы уже достаточно часто упоминали слово «развитие». Теперь настало время объяснить, как понимают ученые этот процесс. Это необходимо для того, чтобы яснее было «интервью с неродившимся младенцем», к которому мы подходим. Дать определение процессу развития невероятно трудно. Пожалуй, не менее трудно, чем определить, что такое жизнь или биологический вид. Вот одна из попыток сформулировать это определение: «Развитие — это упорядоченная последовательность прогрессивных изменений, приводящих к повышению уровня сложности». О чем бы ни шла речь (ведь развивается не только зародыш): о формировании спор папоротника или кукушкина льна, о росте клубня картофеля или луковицы, о регенерации хвоста ящерицы или дождевого червя — во всех случаях это так.

Форма того или иного органа или целого организма



зависит от множества процессов, переплетенных в сложнейшем взаимодействии. В конечном итоге (одинаково у всех живых организмов) она зависит от генов, определяющих наследственные признаки, и факторов среды, которые создают условия для «работы» генов.

Рост и форма органов зависят от многих процессов, протекающих за пределами генов, и часто — за пределами отдельной клетки.

Но истоки всех взаимодействий — все же опять гены, та ДНК, где они расположены, и биосинтез белка, осуществляемый в клетках в зависимости от генетического кода. Роль гамет, однако, не следует переоценивать. Информация, закодированная в соматических клетках, как это будет видно дальше, содержит все необходимое для развития целого организма. Клетки каждого организма содержат молекулы или группы молекул, делающие этот организм уникальным. Предполагают, что генный набор в клетках млекопитающих животных и человека начинает управлять развитием со стадии двух бластомеров, то есть с самого начала дробления яйца.

В процессе развития можно наблюдать и анализировать явления дифференцировки, роста и морфогенеза.

Дифференцировка — это комплекс изменений, приводящих к прогрессивному увеличению разнообразия структуры и функции клетки. Это — основа развития, процесс на первый взгляд простой, в действительности сложнейший и всегда конкретный, так как имеется в виду дифференцировка структуры: либо клеток, либо тканей зародыша.

Дифференцировка зависит от многих причин, и в частности — от химических веществ. Например, если добавить в воду соли лития, то у таких организмов, как морские ежи, меняется образование зародышевых листков.

Дифференцировка может протекать как самодифференцировка, причем именно в этом случае она — важнейшая часть всякого развития. Такой вывод можно сделать, если вспомнить опыты Шпемана, о которых мы уже рассказывали.

Сто лет назад Ганс Дриш разделял клетки морского ежа, когда яйцо начинало дробиться, после чего каждая клетка развивалась в полноценное живое существо — личинку. Опыт удавался, если яйцеклетка дробилась на два или четыре бластомера. На стадии восьми бластомеров ничего не получалось. Причина, видимо, заключалась в том, что при переходе к стадии 8 бластомеров четыре



бластомера делились поперек — на верхнюю и нижнюю части, а не вдоль — на правую и левую, как при предыдущих делениях. Создавалось впечатление, что что-то в верхушках четырех бластомеров определяло дальнейшее развитие, но этого «чего-то» не было в нижних частях клеток. Согласно одной из попыток объяснить это явление, яйцеклетка неоднородна, полярна, и это зависит от неоднородности ее цитоплазмы, предопределенной генетически от материнского организма.

Но с совершенно иными результатами опыты Дриша удалось повторить в наше время. У восьмиклеточного зародыша кролика Мур, Эдамс и Роусон разрушали семь клеток и из оставшейся единственной, пересаженной затем в матку «приемной матери» крольчихи, получали нормального кролика.

Эти опыты опять заставили призадуматься теоретиков эмбриологии. Похоже, специальные свойства клеток могут в них возникать заново. У млекопитающих первая дифференцировка зависит от меняющихся условий среды и, возможно, не обусловлена предсуществованием различий в зиготе. Есть теория, предполагающая, что все клетки, происшедшие от зиготы, одинаковы. Но среди множества их генов есть два, способные включать или выключать другие гены. Клетки в растущей массе (неважно, да и неизвестно, какие именно) включают каким-то образом эти два гена и начинают продуцировать активаторные и тормозные вещества. И те и другие могут проникать к близлежащим клеткам и распространяться через клеточную массу, «включая» одни гены и «выключая» другие. Так они формируют ткани и органы зародыша. Зародыш растет, и рост его — постоянное увеличение массы. По мере роста меняется его форма. Всегда ли это связано с ростом? Что побуждает к росту живую систему? Сразу ли начинает расти оплодотворенное яйцо, или этому предшествуют какие-то другие процессы?

Почему различные части тела растут с разной скоростью? Чем вызывается прекращение роста отдельных органов и всего организма? Вопросы, на которые пока нет ответа...

...Если с хвостового конца морского кольчатого червя удалить определенное число сегментов, то хвост восстановится ровно на столько же сегментов. Откуда знает хвост, на сколько ему отрасти? Удивительно, не правда ли?

Регенерация прекратится тогда, когда общее число



сегментов у червя-калеки достигнет числа, характерного для вида, к которому он принадлежит. Способность к регенерации — восстановлению утраченных частей (клеток, тканей, органов) — различна у разных животных. Она падает с повышением организации. У высших позвоночных животных и у людей утраченные конечности не отрастают. Но до некоторой степени способность к регенерации сохраняется и у человека, постепенно снижаясь с возрастом. Каждый знает, что раны заживают быстрее у молодых, чем у стариков.

Регенерации и росту посвящено много исследований, об этом можно было бы написать отдельную книгу... Если удалить у крысы часть почки или даже одну почку целиком и половину другой, клетки в остающейся части начинают делиться. Если соединить хирургическим путем двух крыс, применив метод парабиоза (так называют создание общего кровообращения), а затем удалить у двух животных три почки, то оставшаяся четвертая почка начнет усиленно расти. Разве этот опыт не вызывает у вас мысли о том, что почка постоянно выделяет в кровяное русло какой-то особый фактор (или факторы), регулирующий ее рост? Такую идею высказывают многие биологи, но доказательства ее правильности весьма эфемерны, и упомянутый выше фактор остается пока гипотетическим...

Морфогенез — буквально это слово означает образование формы или принятие новой формы. Он происходит в результате дифференциального роста и чаще всего связан с организованным движением клеток или групп клеток, с перестройками, состоящими в перемещении клеток из одного места в другое. В результате такого перемещения данная клетка попадает в новую среду, в которой она может быть использована для последующих этапов развития. То есть морфогенез может идти при перераспределении клеток во времени и пространстве.

На ход нормального раннего развития влияет взаимодействие частей зародыша. Нарушение такого взаимодействия может привести к рождению потомков с уродствами. На более поздних стадиях развития факторами, от которых зависит темп морфогенеза, становятся нервная и эндокринная системы. В свою очередь, развитие нервной системы связано с конкретными клетками зародыша. Клетки, из которых состоит тело эмбриона на более поздних стадиях, организованы в ткани, выполняющие



различные функции. Клетки каждой ткани специализированы: мышечные могут сокращаться, секреторные — вырабатывать и выделять секрет (так принято называть вещества, вырабатываемые железами внешней, внутренней и смешанной секреции).

В самом начале дробления яйца бластомеры зародыша, появившиеся путем обычного клеточного деления — митоза, представляют собою непрерывно меняющиеся клетки в непрерывно изменяющейся среде. С самого начала каждый бластомер имеет свои отличительные черты, свою специфичность, происходящую из той области цитоплазмы яйца, из которой он возник. Вместе с тем меняющаяся среда оказывает на него большое влияние.

Разумеется, мышечная клетка не всегда была мышечной, но какой момент считать днем ее рождения?

Если рассматривать в микроскоп строение скелетной мышцы человека, можно увидеть, что она состоит из длинных волокон с множеством ядер. С тех пор, как был обнаружен этот странный факт, были предложены по крайней мере две теории, объясняющие, как это могло произойти.

Согласно первой теории, каждое мышечное волокно возникает из одной-единственной клетки. Ядро клетки вначале делится на два, затем снова многократно делится, клетка растет и в результате образует многоядерное длинное волокно. Другая теория предполагает основным механизмом образования волокна слияние множества клеток, которые при этом теряют свою индивидуальность и образуют единое мышечное волокно.

В конце 60-х годов удалось получить новые доказательства к вопросу о том, как возникает мышечное волокно. Если оно образуется путем слияния множества отдельных клеток, то в нем можно обнаружить две разные формы одного из ферментов (этот фермент встречается в формах А и В у генетически разных мышей). Если на ранних стадиях развития получить мышей-химер, срастив эмбрионы мышей линии А с мышами линии В, то только у химер обе формы фермента совместятся. Причем если они окажутся в мышечных волокнах, это докажет происхождение последних от разных клеток. Именно таким образом и удалось установить справедливость второй теории.

По мере развития зародыша клетки все более расходятся по разным путям, постепенно специализируясь, образуя клетки взрослого организма. При дроблении яйца

стия оплодотворенная  
ление замедляется ли  
ет миллионов. Органи  
мерно из 1000 билл  
самого начала, помим  
делает и занимает пр  
клеток, появившихся  
этому помогает форм  
плану развития весь  
«...В среднем дост  
делений, чтобы произ  
у взрослого человека,  
принимая во вниман  
Таким образом, клет  
только пятидесятыми  
яйца, которым я ког

Как может возник  
тия это — группа кл  
никаких внешних пр  
ными?

Изучение законо  
ще увлекательная с  
terra incognita, еще  
настоящее время —  
согласятся с этим.

Прежде основны  
дыши беспозвоночн  
ших позвоночных  
внимание привлека  
щих животных. Эт  
новых методов иссл  
ся яиц в строго ста  
шей в матку при  
ванных клеток в с  
ких дробящихся  
других.

Так, зародыше  
и до стадии бласто  
том солевом раство  
которых  
После  
можно  
ременн



одна оплодотворенная клетка растет, потом дробится. Деление замедляется лишь тогда, когда число клеток достигнет миллионов. Организм взрослого человека состоит примерно из 1000 биллионов клеток, и каждая из них с самого начала, помимо того, что формируется сама, определяет и занимает правильное положение среди других клеток, появившихся к этому времени. Каждая клетка поэтому помогает формировать и конструировать по общему плану развития весь организм.

«...В среднем достаточно 50 или 60 последовательных делений, чтобы произвести количество клеток, имеющихся у взрослого человека, или в десять раз большее количество, принимая во внимание смену клеток в течение жизни. Таким образом, клетки моего тела в среднем оказываются только пятидесятыми или шестидесятыми потомками того яйца, которым я когда-то был», — говорит Э. Шредингер.

Как может возникнуть организм, если в начале развития это — группа клеток, похожих друг на друга, и нет никаких внешних причин, которые бы делали их различными?

Изучение закономерностей морфогенеза — захватывающе увлекательная область. До сих пор во многом это — *terra incognita*, еще не решенная проблема биологии и в настоящее время — центральная. Думается, что многие согласятся с этим.

Прежде основным объектом исследований были зародыши беспозвоночных (например, морских ежей) или низших позвоночных (рыб, амфибий). Теперь все большее внимание привлекают опыты на зародышах млекопитающих животных. Это стало возможным после разработки новых методов исследования — культивирования дробящихся яиц в строго стандартных условиях, пересадки зародышей в матку приемной матери, выращивания изолированных клеток в специальных условиях, слияния нескольких дробящихся яиц — создания зародышей-химер и других.

Так, зародышей мышей, начиная с двух бластомеров и до стадии бластоцисты, удастся выращивать даже в простом солевом растворе с добавлением глюкозы, белка и некоторых антибиотиков, препятствующих росту бактерий. После нескольких дней культивирования вне организма, можно посадить мышинный зародыш в матку другой беременной мыши, «приемной матери». Зародыш будет



развиваться нормально и вырастет в здоровую и плодовитую мышь.

Возможность выращивать эмбрионы в строго контролируемых условиях вне материнского организма делает ранние стадии развития млекопитающих доступными для различных экспериментов.

### 3. Современный взгляд на старые проблемы

В настоящее время в биологии развития (так теперь называют ту область эмбриологии, которая изучает процесс развития зародыша) существуют разные уровни исследования, в зависимости от уровня биологической организации.

Каждый живой организм можно изучать или весь в целом (тогда это так называемый организменный уровень); или исследовать системы его органов (системный уровень); или следить за развитием отдельных органов (органный уровень), или, продвигаясь все дальше от общего к частному, исследовать закономерности развития его тканей (тканевый уровень); или изучать дифференцировку его клеток (клеточный уровень); или заняться содержанием клеток (субклеточный уровень); или наконец, спуститься еще ниже (но никак не ниже по значению исследований!) и заняться молекулами, которые в клетках вступают в сотни, тысячи реакций, протекающих с огромными скоростями. Тогда это будет молекулярный уровень исследований, которым занимается молекулярная биология.

Современное изучение индивидуального развития связано прежде всего с выяснением механизмов реализации наследственной информации, проводимым на всех уровнях, и в первую очередь на молекулярном. Аппарат наследственности передает яйцу и каждой клетке зародыша всю генетическую информацию. Но почему-то в каждом типе органов и тканей реализуется только небольшая ее часть. Поэтому главной задачей современной биологии развития стало исследование механизма дифференциальной активности генов, то есть того, как отдельные гены включаются и выключаются в каждом типе клеток. Это и есть эмбриология на молекулярном уровне, которой сейчас уделяется основное внимание.



В оплодотворенном яйце существуют два компонента наследственной информации. Основной носитель ее — хромосомы яйцеклетки и сперматозоида, объединенные в общем ядре зиготы. Цитоплазматические структуры яйца, специально приспособленные для обеспечения развития, особенно на ранних стадиях — это второй компонент наследственной информации. Он уже реализован, так как структуры образуются в ходе созревания яйца за счет активности части генов материнского организма. Основную роль в этом процессе играет ядро ооцита — клетки, дающей начало яйцу. (В образовании яйца принимают участие и другие клетки яичника, но в данном случае их роль второстепенна.)

Наиболее убедительные доказательства ведущей роли ядра в развитии были получены Б. Л. Астауровым и английским ученым Дж. Гердоном. Астауров убивал ядро яйцеклетки тутового шелкопряда нагреванием или рентгеновским облучением. Потом яйцеклетка оплодотворялась сперматозоидами другого вида шелкопряда. В ряде случаев в ней сливались два мужских пронуклеуса, образуя ядро с двойным набором хромосом. Развитие шло нормально, но потомство по своим признакам целиком походило на отцовский вид.

Цитоплазма яйцеклетки в этом случае никаких наследственных признаков не передавала.

Гердон проводил свои опыты на африканской шпорцевой лягушке. Он пересаживал ядра из клеток зародыша одной из первых стадий развития — бластулы (эта стадия идет следом за морулой и представляет шар из одного слоя клеток, внутри которого имеется полость — бластоцель, заполненная жидкостью) в яйца лягушки другого подвида, лишенные собственного ядра. После пересадки ядер развивались нормальные головастики и лягушки, по всем признакам похожие на тот подвид, от которого брали для пересадки ядра. Таким образом, и в этом случае признаки определялись ядром, а не цитоплазмой.

Было доказано, что митохондрии (а у растений и хлоропласты) обладают собственной ДНК. Значит, редкие случаи передачи наследственных признаков цитоплазмой теперь можно объяснить. Такие случаи наблюдались пока только у дрожжей и некоторых растений. Количество генов, содержащихся в ДНК митохондрий, не превышает нескольких десятков, и они не могут определять наследственность. Их значение второстепенно.



На яйцах амфибий, рыб, иглокожих было установлено, что реализация генетической информации (активность определенных генов, синтез на них информационной РНК, определяющей последующий синтез белка) начинается с процесса образования яйца в яичниках. В оогенезе, часто за много месяцев до начала развития, начинается реализация генетической информации, в ходе которой создается не только сама яйцеклетка, но и запас и-РНК и рибосом, обеспечивающих синтез белка на ранних стадиях развития. Поэтому самые ранние стадии развития (до бластулы) могут идти нормально в бластомерах, лишенных ядра (это было показано в опытах с дроблением и образованием бластулы у амфибий, рыб и иглокожих, когда ядра в бластомерах убивались радиацией или химическими веществами).

По мере развития происходит смена активно работающих генов. В разных частях зародыша функционируют разные гены, хотя некоторые гены активны во всех клетках. Часть генов, активных в оогенезе, не теряет своей активности и в период зародышевого развития. Точнее, активной остается лишь часть генов, специфичных для каждой ткани.

Доказательства этого были получены после 1952 года, когда американские исследователи Р. Бриггс и Т. Кинг пересадили ядра из клеток зародыша в яйца лягушки, из которых их собственное ядро удалялось. Опыты показали, что на стадии бластулы ядра еще не испытывают необратимых изменений — значительная часть пересаженных ядер обеспечивала нормальное развитие. Но по мере перехода к следующим стадиям развития и использования для пересадки ядер все более дифференцированных зачатков процент нормальных зародышей уменьшался. Но в некоторых случаях все же удавалось добиться успеха (в опытах Гердона с лягушками, в яйца которых были пересажены ядра из клеток кишечника головастика), то есть ядра дифференцированных клеток сохраняли всю генетическую информацию. Причины неудач заключались в том, что при пересадке применялись ядра из других тканей и от головастиков более поздних стадий развития. И хотя в ядрах дифференцированных клеток и сохраняется весь набор генов, его большая часть подавлена. Следовательно, ядра клеток разных тканей отличаются друг от друга, то есть они дифференцированы. И эта дифференцировка в ходе развития нарастает.



Условно биологи развития различают три группы генов. Первая отвечает за образование ферментов энергетического обмена, за синтез больших молекул (белка и нуклеиновых кислот), за образование структур, общих для всех клеток.

Вторая группа генов функционирует в одинаковых клетках какой-нибудь ткани. Например, эти гены определяют синтез сократительных белков во всех мышечных тканях или синтез другого белка — коллагена — во всех опорных тканях: хрящах и костях.

В третью группу входят гены, специфичные для определенного типа клеток. Специфичен синтез гормонов — он может идти только в клетках соответствующих желез.

Если одинаковые по внешнему виду клетки находятся в различных органах, они разнятся по активности генов. Например, форма хрящей различна в разных органах: в суставе пальца, в ребрах, в позвоночнике. Гены «лепят» эту форму в зависимости от места. В образовании каждого хряща участвуют свои гены, определяющие форму только этого органа и функционирующие только в нем.

Количество генов в генном наборе каждой клетки вышних млекопитающих и человека достигает нескольких миллионов. В связи с этим выбор одного или нескольких генов при их включении в работу — задача непростая. Каждый ген (или группа генов) должен иметь свой опознавательный знак, по которому его можно отличить от других. Напомним, что гены — это определенное количество нуклеотидов ДНК, расположенных в тех или иных сочетаниях. Число нуклеотидов в таких «опознавательных знаках» или «индексах» должно быть не менее десяти.

Для того, чтобы отличить один «индекс» от другого, само вещество, отыскивающее и включающее тот или иной ген, должно быть достаточно сложным и нести соответствующее количество информации. По-видимому, тут работают белки-посредники и еще какие-то другие факторы, способные осуществлять включение генов.

Дифференцированная клетка — продукт ряда последовательных этапов дифференцировки, постепенно приводящих ее к тому состоянию, которого она должна достигнуть. Понять всю сложность этих процессов — цель, к которой стремится новая дисциплина — биология индивидуального развития организма.

Биология развития намечает основные направления дальнейших исследований. Это, во-первых, изучение



механизмов регуляции функций генов. Исследования в этом направлении ведут десятки лабораторий во многих странах мира. Вторая проблема — каким образом вновь синтезированные белки определяют форму, функцию и поведение клеток? Возможно, изучение таких структур, как микротрубочки и клеточные мембраны, поможет найти ответ на эти вопросы.

Третьей, наиболее сложной проблемой биологии развития является становление формы отдельных органов и всего организма. Достижения здесь пока еще очень невелики и недостаточно ясны те пути, на которых можно ожидать ее решения.

#### 4. Химия развития в трудах крымских эмбриологов

В 1956 году ученик Б. П. Хватова, тогда ассистент кафедры гистологии и эмбриологии Крымского медицинского института Юрий Николаевич Шаповалов (1929—1981 гг.), начал анализировать раннее развитие зародыша человека методами цито- и гистохимии (то есть изучением химических компонентов его клеток и тканей под микроскопом).

Современные способы исследования позволили увидеть, где и как в клетках располагаются различные вещества, в том числе и нуклеиновые кислоты, с которыми связана работа генов.

Можно было также установить ферментативную активность клеток, измерить с помощью цитоспектрофотометра количество различных веществ, содержащихся в клетках и тканях. Перед исследователем и его учениками открылась возможность определять в клетках зародышей человека содержание различных белков, липидов, углеводов и микроэлементов. Эти исследования помогли разобраться в характере структурных перестроек в клетках по мере развития зародыша и установить интенсивность обменных процессов в тканях и органах на разных этапах внутриутробной жизни плода. С помощью цитохимических исследований на очень ранних стадиях развития в клетках, которые казались совершенно одинаковыми, было обнаружено разное количество химических соединений. Оказалось, например, что так называемый «животный крахмал» — гликоген — в 3—4-недельном зародыше в основном содержится в тех клетках, которые начинают фор-



мировать центральную нервную систему, покровы тела, пищеварительную систему и т. д. В этих клетках активность ферментов выше, а в органах дыхания, развитие которых идет гораздо медленнее, и гликогена, и ферментов меньше. Это, как видим, биологически вполне оправданно.

Оказалось также, что в клетках эпителия — покровной ткани и ткани, из которой образуются функционирующие части многих органов — больше активных химических агентов, чем в окружающей соединительной ткани. Предвестником структурных перестроек, определяющих развитие органа, является накопление отличий в химическом составе клеток, из которых он возникает. Так было обосновано положение, согласно которому химические преобразования в клетках и тканях с помощью микроскопа можно обнаружить несколько раньше, чем перестройки их структур. Органы и ткани формируются в разное время, и химические исследования клеток позволили уточнить начало этих процессов.

В пределах одного и того же развивающегося органа клетки имеют различный химический состав. Это позволяет установить закономерности в формировании различных отделов органа, в частности, на кафедре гистологии и эмбриологии Крымского медицинского института была установлена разница в химическом составе клеток развивающегося желудка, кишечника, легкого, глаза, поджелудочной железы, половых желез и плаценты.

Значительные химические перестройки в тканях зародыша, как выявил Ю. Н. Шаповалов, наступают в середине второго месяца развития. То есть методы гистохимии позволили ученому оценить общий характер эмбрионального развития и изменений, которые в нем происходят.

Применение цито- и гистохимических исследований к анализу зародыша человека явилось большим вкладом крымских эмбриологов в отечественную науку. В настоящее время эти методы уже широко используются учеными, изучающими биохимию развития.

...Юрий Николаевич Шаповалов работал на кафедре до конца своей жизни. Вначале он был ассистентом, потом доцентом, профессором, а с 1972 г. заведующим кафедрой. Его докторская диссертация, защищенная в 1964 году, была посвящена исследованию закономерностей развития зародыша человека первых двух месяцев внутриутробной жизни. Изучение большого материала позволило подойти к развивающемуся организму как к единой



целостной системе и установить ряд до того неизвестных науке закономерностей и фактов, представляющих большой интерес и ценность для теоретической и практической медицины. Ю. Н. Шаповаловым было опубликовано 120 статей и 2 монографии, посвященные раннему эмбриогенезу млекопитающих и человека. С 1978 года он был бессменным председателем комиссии «Морфология человека» Крымского мединститута и членом Всесоюзной проблемной комиссии «Морфология человека».

За 27 лет своей педагогической деятельности Ю. Н. Шаповалов, талантливый педагог, подготовил не одно поколение советских врачей, отдавая делу воспитания кадров много времени и сил. В 1978 г. ему было присвоено звание заслуженного работника высшей школы УССР.

## 5. Индивидуальное развитие и эволюция

Наш рассказ о развитии организма оказался бы неполным, если бы мы оставили в стороне знаменитый «Биогенетический закон» Мюллера — Геккеля, о котором шла речь в первых главах этой книги. Развитие всех групп животных представляет одинаковый интерес для исследователя-эволюциониста всех времен, и еще Ч. Дарвин в полном объеме использовал те эмбриологические доказательства эволюции, которые существовали в его время. Черты сходства в строении какого-либо вида на его эмбриональных стадиях с представителями других групп животных дают возможность судить о родственных связях и происхождении этого вида. Можно сказать без преувеличения, что только благодаря эмбриологическим исследованиям удалось установить всех представителей типа хордовых, к которому относятся такие непохожие друг на друга в окончательном строении животные, как оболочники, ланцетники и позвоночные. В их эмбриональном развитии всегда бывают свойственные только им формы закладки и образования органов. Такие же характерные и постоянные способы закладки органов есть в развитии почти каждого типа животных, и эта эмбриологическая особенность — важный признак данного типа.

Но для того, чтобы выяснить, как происходила эволюция отдельных групп животных и человека, нужно не только установить принадлежность к определенному ти-



пу. Еще большее значение имеет возможность объяснить происхождение вида или группы животных и возможность выделить более примитивные признаки двух сходных между собой представителей. Процесс индивидуального развития в этом отношении может очень многое подсказать. Например, жаберные щели и весь принадлежащий им скелетный и кровеносный аппарат. Они появляются в эмбриональном развитии всех позвоночных, включая человека.

На ранних стадиях развития зародыша человека кровеносная и выделительная системы не отличаются ни по строению, ни по возникновению от таковых у рыб и амфибий. Вроде бы здесь неизменно срабатывает биогенетический закон Мюллера — Геккеля: «Онтогенез повторяет филогенез».

Но в какой мере этот закон проявляется в развитии человека? Ни на одной из стадий развития ни одно высшее животное и человек не похожи в целом на низшее животное того же типа. Если зародыш на определенной стадии имеет жаберные щели и жаберные артерии, то это не значит, что он повторяет строение всей рыбы. К этому времени другие органы, например головной мозг, достигают значительно большего развития, чем у зародыша рыбы, причем мозг развит в типичной форме, характерной только для более высокоорганизованных позвоночных. Значит, предположили те, кто развивал биогенетический закон, в дальнейшем прогрессивные признаки и органы (важные и характерные для данного рода животных) закладываются раньше других и развиваются быстрее. Второстепенные органы и признаки, утратившие свое значение, в онтогенезе закладываются позже других и развиваются замедленно. То есть формулировка закона должна быть изменена: развитие каждого органа высшего позвоночного повторяет эволюцию этого органа у низшего позвоночного.

Кроме того, так как при своей окончательной, функциональной дифференцировке орган приобретает специфическое, характерное иногда даже только для определенного вида строение, то сравнивать надо не вполне дифференцированные органы низшего представителя (например, жаберы взрослой рыбы) с эмбриональным органом высшего (жабрами зародыша человека), а проводить параллель между эмбриональными стадиями развития этого органа (жабер) у высших и у низших представителей позвоночных.



Это можно проиллюстрировать не только примерами с жаберными щелями, но и с другими органами. Человек отличается от человекообразных обезьян отсутствием на теле волосяного покрова, который у него сохраняется на голове и появляется позже на определенных участках тела как вторичный половой признак. У плода человека на всем теле имеется слабо развитый волосяной покров — «первичный пух». Такой же «первичный пух» есть у зародышей человекообразных обезьян. Но «первичный пух» не соответствует волосяному покрову взрослых обезьян. Этот «пух» есть у зародышей всех млекопитающих. Более того, у зародышей горилл и шимпанзе «первичный пух» на всем теле появляется позже, чем у зародыша человека, а на 5-м месяце развития у человекообразных обезьян есть волосы только на голове, подбородке и верхней губе (то есть эмбриональное распределение волос у горилл и шимпанзе сохраняется у самцов на всю жизнь). Исходя из этого, можно было бы заключить, что человек в ряду эволюции является более ранней формой, чем человекообразные обезьяны, и, следовательно, прийти к выводу, не соответствующему научным данным о происхождении человека.

То же самое можно было бы вывести из развития уха у человекообразных обезьян — эмбриональная форма ушной раковины обезьян сохраняется на всю жизнь в ушной раковине человека. Но из этого опять-таки не следует, что человек — более примитивная форма, чем обезьяна. Дело в том, что у человека есть ряд других признаков в зародышевом развитии, ставящих его на более высокую ступень по сравнению с обезьянами. Волосяной покров и ушная раковина в ходе эволюции у человека стали регрессивными органами. Поэтому развитие их идет медленнее, чем у обезьян, и к моменту рождения они оказываются на недоразвитой эмбриональной стадии. Это явление широко распространено в развитии различных животных. Таким образом, возможность применения биогенетического закона в классической форме на разных стадиях развития настолько ограничена, что он сегодня почти утратил свое значение и имеет больше исторический интерес.

Особенно тщательно пересмотрел этот закон А. Н. Северцов. Намечая пути построения «полной теории эволюции», он писал: «Нам думается, что в ближайшее время, на основании наших исследований, к созданию такой



теории должны будут подойти, базируясь на своих исследованиях, экологи, генетики и механики развития. Созданная ими теория будет, вероятно, вторым приближением к полной теории эволюции».

На основании обширных собственных данных по эмбриологии позвоночных и данных других авторов А. Н. Северцов создал совершенно новую концепцию относительно связи между эмбриональным развитием и эволюцией. Он не считал возможным найти в развитии высших организмов полное повторение организации низших. Вместе с тем он пришел к выводу, что признаки крупных систематических групп возникают путем образования и суммирования отклонений в ходе эмбрионального развития. Так возникла теория филэмбриогенеза. Согласно ей, то, что в эмбриональном развитии считалось «возвратом к предкам», становится материалом для эволюции. Филэмбриогенезы (волосной покров и ушная раковина у человеческого эмбриона) могут возникать только в период индивидуального развития и касаются не всего зародыша в целом, а лишь отдельных его органов. Но тогда можно сделать вывод, что организм развивается не весь целиком, а по частям. Откуда же гармоничность и согласованность в развитии?

А. Н. Северцов объяснял их тем, что изменения в одних органах неизбежно влекут изменения в других. Так, если на одной из стадий развития лягушки удалить у нее зачаток левой задней конечности, то правое полушарие среднего мозга оказывается недоразвитым; при удалении зачатка левой конечности на более ранней стадии недоразвитым остается весь средний мозг. Казалось бы, настолько далеки мозг и конечности, а в действительности — связаны друг с другом в развитии.

Зависимость может быть между органами, связанными своим положением и материалом. Материал жаберных дуг зародыша позвоночных идет на образование гортанных хрящей. Возможно, что усиленное развитие черепной коробки и мозга у человека сопровождается уменьшением и ослаблением челюстей, зубов и лицевых частей черепа по сравнению с черепом человекообразных обезьян. На эмбриональное изменение одного органа зародыш реагирует изменениями в других органах, благодаря чему не только изменяются все эти органы, но и создаются новые гармоничные соотношения частей. Организм на раз-



личных стадиях своего существования на все воздействия реагирует как единое целое.

Интересно, что А. О. Ковалевский никогда не делал филогенетических выводов на основании первых стадий дробления яйца, как это делал Э. Геккель. В его работах нет таких выводов и на основании исследования более поздних стадий развития, когда возникают видовые и родовые признаки.

После появления работ А. Н. Северцова «Главные направления эволюционного процесса» (1925) и «Морфологические закономерности эволюции» (1939) интерес к проблеме прогрессивного развития продолжает нарастать.

Дальнейшей разработкой положений его учения явились работы одного из крупнейших наших дарвинистов — И. И. Шмальгаузена. Ему наиболее полно удалось осуществить синтез эволюционной морфологии, генетики и экспериментальной эмбриологии, то есть сделать то, о чем мечтал А. Н. Северцов.

В индивидуальном развитии организма И. И. Шмальгаузен различал три типа корреляций: 1) те, что определяются наследственностью; 2) связанные с внутренними факторами и проявляющиеся через передачу веществ или возбуждения непосредственно от одной части к другой; 3) корреляции, обусловленные зависимостями между уже сформировавшимися частями и органами.

Механизмы корреляции возникали и усложнялись в процессе эволюции, в соответствии с перестройкой всей организации животных. На простом генном основании возникали два других типа корреляций, как надстройки, как более сложные.

Эволюционная перестройка организации сопровождается постепенным накоплением приспособлений наиболее общего характера. Положение, величина и форма частей и соотношения между ними могут изменяться, но только в рамках общего плана строения данной группы животных.

В 30—40-х гг. Шмальгаузен предложил теорию эволюции онтогенеза (индивидуального развития), опирающуюся на эволюционную морфологию, экспериментальную эмбриологию и генетику. Согласно его теории, эволюционной перестройке подвергаются все процессы онтогенеза, начиная с организации яйца и первичных дифференцировок. Происходит эволюция систем корреляции, возникают регуляторные механизмы, защищающие зародыш от воздействий внешней среды. Эмбриональное развитие дает чрез-



вычайно много для суждения об эволюции. Начальная закладка органов и средние стадии этого процесса (во время которого проявляются морфогенетические возможности), а также и морфогенез носят более общий, не затемненный частностями характер, так как в них проявляются только основные, типовые особенности.

И. И. Шмальгаузен внес уточнения в предложенную А. Н. Северцовым классификацию главных направлений эволюции. Эволюционная морфология оказала глубокое влияние на многие дисциплины: гистологию, анатомию, физиологию, палеонтологию, морфологию растений, биохимию, теоретическую медицину и эмбриологию.



# IV

## ИНТЕРВЬЮ С НЕРОДИВШИМСЯ МЛАДЕНЦЕМ

Скажите мне, волны, что есть человек?  
Откуда пришел он? Куда пойдет?..

*Г. Гейне, «Вопросы»*

### 1. Первые месяцы жизни

Возможно, мы все немного отклоняемся от истины, называя свой календарный возраст, так как не учитываем, что наша жизнь началась на несколько месяцев раньше. Истинное начало новой жизни — это оплодотворение. Если бы речь шла о животном или растении, это было бы бесспорно. Но когда имеют в виду человека, интересно другое: где тот момент, с которого можно называть его этим словом? Задача оказывается не из легких, поэтому до сих пор не все одинаково относятся к проблеме аборта: до какого времени он не является убийством человека?

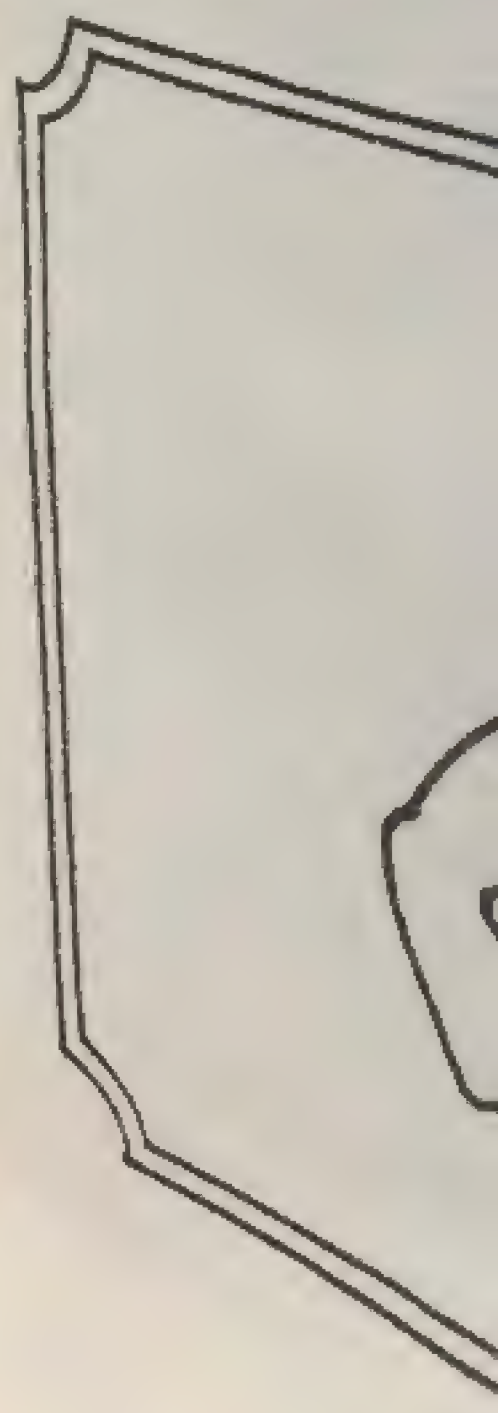
С одной стороны, с момента оплодотворения и до появления на свет в утробе матери находится лишь биологический компонент будущего человека. Окружающая внешняя среда, социальные факторы действуют на него только через материнский организм. Все многообразие социального станет влиять лишь после рождения, и тогда его жизнь подчинится и биологическим, и социальным законам.

С другой стороны, еще во чреве матери будущий человек живет своей, во многом таинственной, жизнью. Он реагирует не только на материнский голос, но и на ее настроение. Когда он начинает по-своему «понимать»? Возможно, с самого начала появления центральной нервной системы. Может быть, еще раньше, так как его клетки способны улавливать изменения в химическом составе материнской крови, а это происходит тогда, когда будущая мать волнуется.

Если бы  
узнали бы исто  
нимательные,  
Начало раз  
го тем, что в  
тики происход  
делятся, а чис  
30 часов пос  
вится двухкл  
быстрее: еще  
ки, через три  
бластомеры —  
тесно соприка  
од похож на т  
называют мо  
ягода).

Первые дни  
пищевой трубе)  
стенки продви  
сяцев, — к мат  
благополучно  
ность.

Если нару  
дышем, стенк  
ет яйцевод (и  
биохимически  
мальное разв  
остановиться  
матки. В пос  
точной берем  
по мере рост



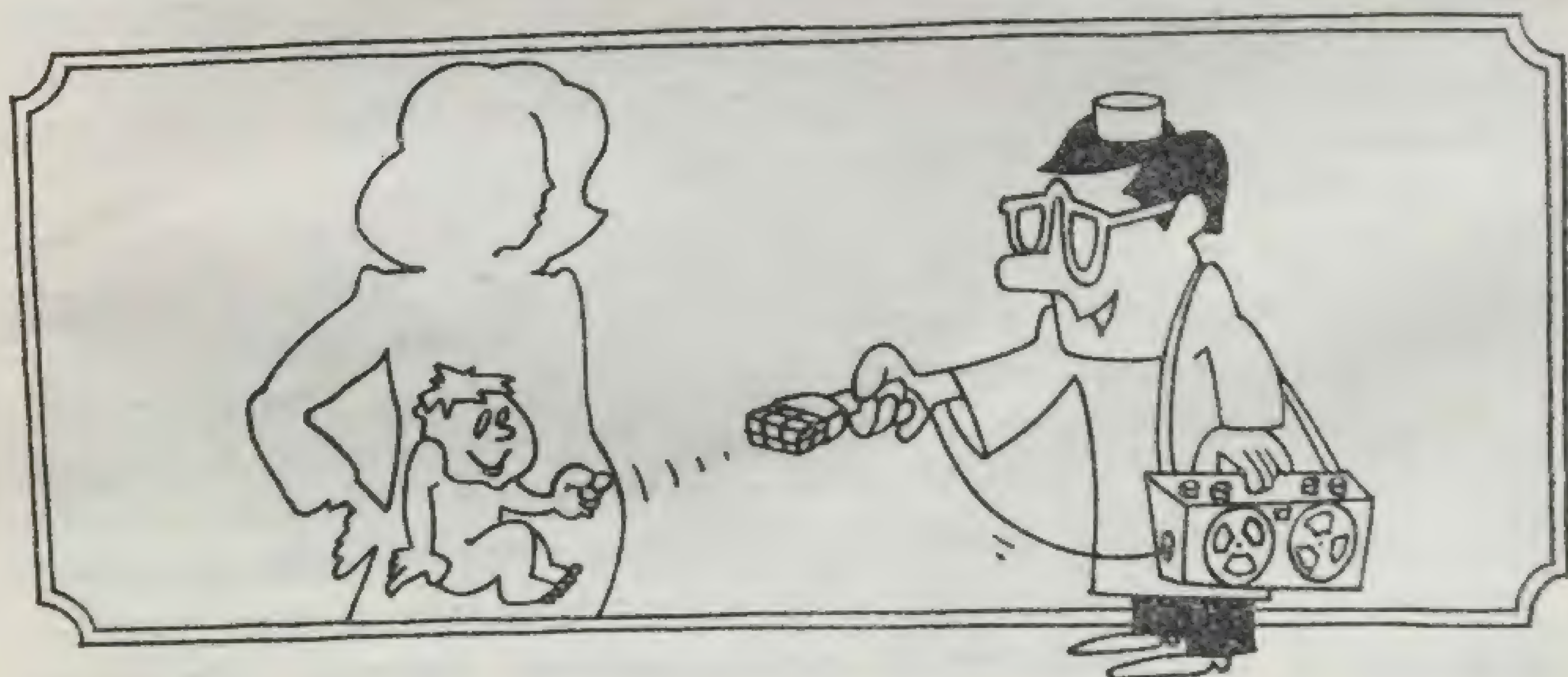


Если бы новорожденные могли рассказывать, мы узнали бы истории из их жизни до рождения не менее занимательные, чем сказки Шахразады.

Начало развития зародыша замечательно прежде всего тем, что в эти первые часы вопреки законам математики происходит деление, ведущее к умножению. Клетки делятся, а число их увеличивается. Не позднее чем через 30 часов после оплодотворения зародыш человека становится двухклеточным. Следующее деление происходит быстрее: еще через 10 часов — уже не две, а четыре клетки, через три дня их 12, а вскоре и 16. Первые клетки — бластомеры — крупнее обычных соматических клеток и тесно соприкасаются друг с другом. Зародыш в этот период похож на тутовую ягоду, поэтому эту стадию развития называют морулой (от латинского *morum* — тутовая ягода).

Первые дни зародыш развивается в яйцевом (фаллопиевой трубе) и благодаря сокращениям его мышечной стенки продвигается к месту, где поселится на много месяцев, — к матке. Но до момента, когда такое переселение благополучно завершится, и его, и мать подстерегает опасность.

Если нарушаются нормальные контакты между зародышем, стенкой яйцевода и жидкостью, которая заполняет яйцевод (в организме женщины вырабатывается много биохимически активных веществ, обеспечивающих нормальное развитие), зародыш может либо погибнуть, либо остановиться и продолжить свое развитие, не дойдя до матки. В последнем случае возникает одна из форм внематочной беременности, опасная для жизни женщины, так как по мере роста зародыша труба расширится до возможного





предела, а потом лопнет. Зародыш погибнет, кровотечение в брюшную полость может погубить мать. Единственное спасение — хирургическая операция.

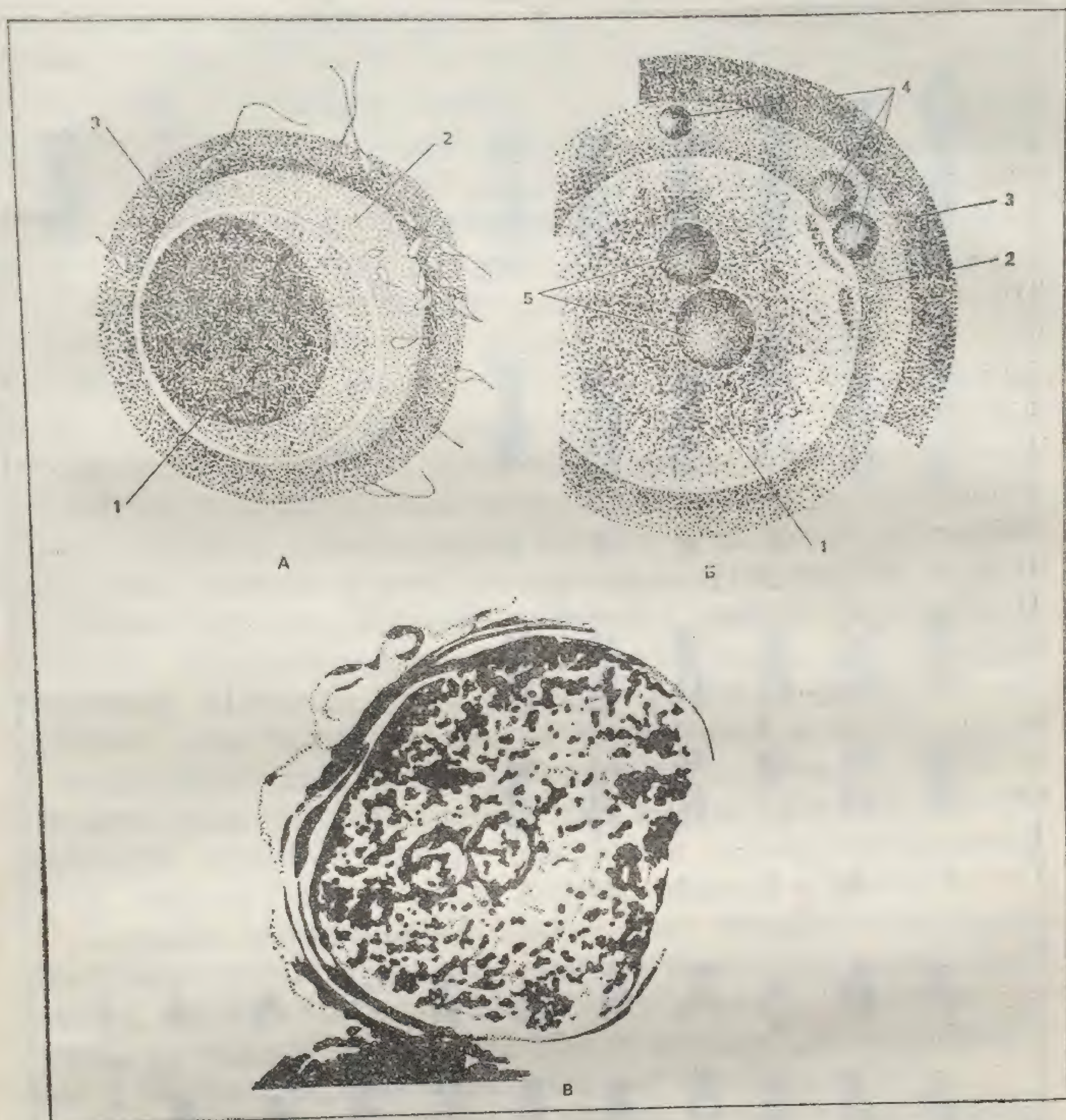
Когда морула поступает в матку, между ее клетками уже накапливается жидкость, зародыш становится похожим на пузырек и называется в это время бластоцистой. Переход от морулы к бластоцисте сопровождается тем, что образуется внутренняя масса клеток и наружный покров полого пузырька. Этот покров называется трофобластом. Из внутренних клеток (эмбриобласта) впоследствии разовьется зародыш, а трофобласт (от греч. *trophe* — пища, *blastos* — зародыш) со временем превращается в плаценту — орган, существующий в организме матери только во время беременности, снабжающий плод питанием и вообще регулирующий все взаимоотношения между ним и матерью. (Плаценте мы посвятим отдельную главу.).

Б. П. Хватов описал бластоцисту человека, состоявшую из ста клеток. Возраст ее был 4,5 суток, она свободно лежала в маточной трубе, не прикрепившись к стенке яйцевода. Возможно, это была ранняя стадия внематочной беременности, а может быть, зародыш на пути в матку. Ученый впервые на столь ранней стадии развития сумел установить пол зародыша. Многие клетки бластоцисты в ядрах содержали глыбки, указывающие на наличие XX-хромосом. Так, по 23-й паре хромосом можно определить пол зародыша задолго до его рождения. В эмбриологию бластоциста, описанная Б. П. Хватовым, вошла под названием «крымской девочки» — открытие, делающее честь ученому.

В историю науки вошли также зародыши человека в возрасте четырех (из 58 клеток) и четырех с половиной дней (из 107 клеток), обнаруженные американскими эмбриологами Гертигом, Рокком и Эдемсом. Они имели вид пузырьков и располагались в полости матки.

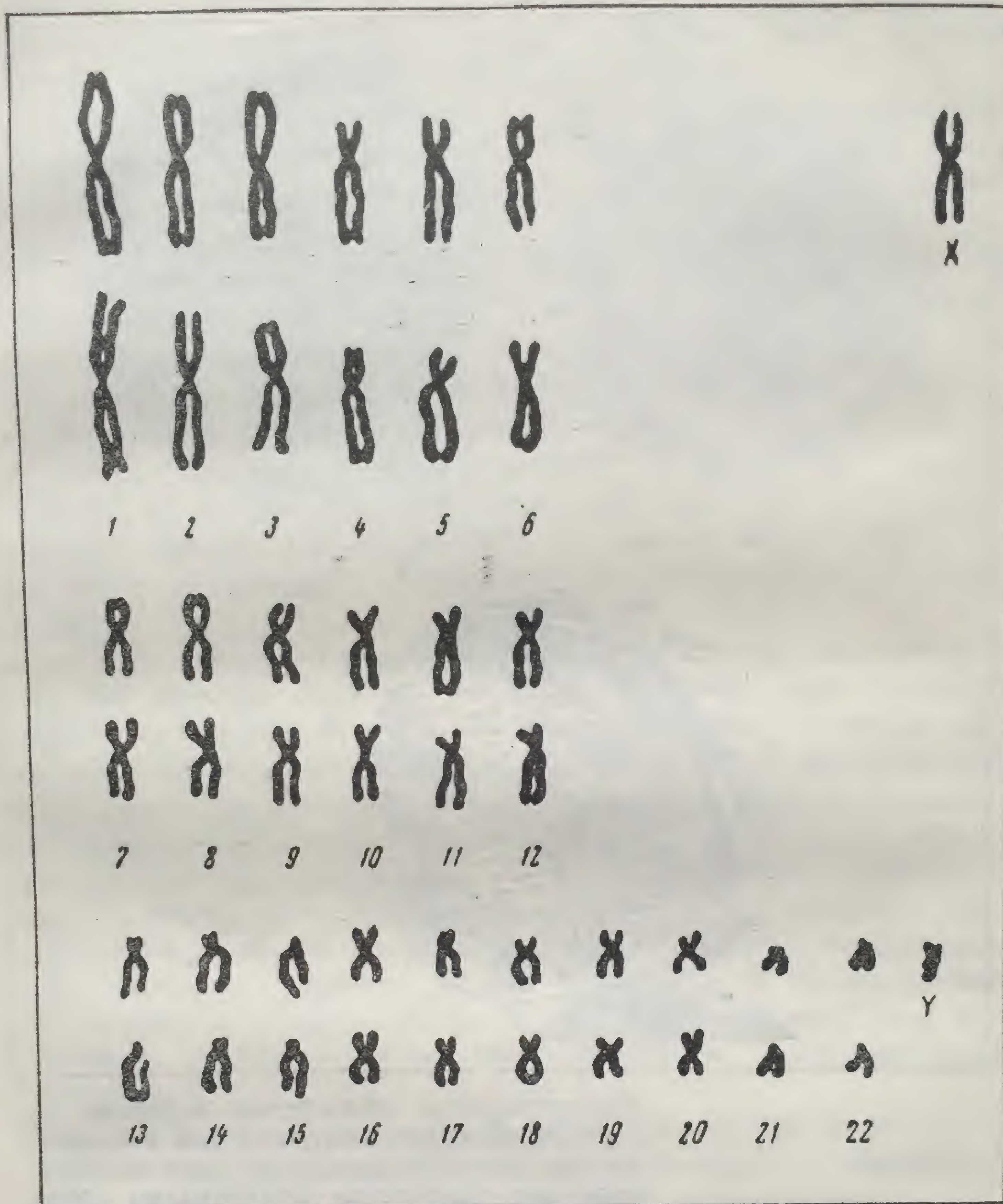
На 5—6-й день развития бластоциста начинает прикрепляться к слизистой оболочке матки, которая к тому времени уже готова к восприятию зародыша. К концу первой недели между зародышем и его новым «домом» (то есть между наружными клетками бластоцисты и внутренней оболочкой матки) устанавливается тесная связь. Количество клеток зародыша быстро увеличивается, внутренние клетки бластоцисты распределяются в два слоя — наружный и внутренний зародышевые листки. Этот су-





Оплодотворение яйцеклетки человека. А, Б — осуществлено искусственно вне организма; В — в яйцеводе, то есть оплодотворенная яйцеклетка получена во время операции у женщины (описано Б. П. Хватовым). А — проникновение мужских половых клеток в женскую; 1 — ядро женской клетки; 2 — цитоплазма ее; 3 — ее оболочка. Б — сближение ядер мужской и женской половых клеток; 1 — цитоплазма яйцевой клетки; 2 и 3 — оболочки оплодотворенной яйцеклетки; 4 — редуцированные тельца (остатки ядерного вещества, возникшие после созревания женской половой клетки); 5 — мужское и женское (более крупное) ядра перед слиянием; В — ядро женской клетки расположено центральнее и правее (из книги А. Г. Кнорре «Краткий очерк эмбриологии человека»)





Хромосомный набор человека (по Н. П. Соколову)

ущественный качественный скачок происходит на второй неделе развития. Из бесформенной массы клеток возникло нечто определенное, специализированное: наружный листок, например, потом даст центральную нервную систему и кожные покровы, внутренний — систему органов пищеварения. На третьей неделе развития между этими двумя листками появится третий — средний. В дальнейшем его клетки дадут начало мышцам, хрящам и костям. 12—



13-дневный зародыш имеет длину всего 1,5—2 мм, без ясных очертаний тела. К концу третьей недели он достигает 4 мм, а к концу четвертой — 8 мм. В конце третьей недели образуются зачатки конечностей без разделения их на отделы. В шейной части уже находятся жаберные щели, резко обособленная голова имеет зачатки глаз, ушей и рта. На конце тела хорошо заметен хвост. Первый месяц внутриутробной жизни завершается тем, что связь с матерью устанавливается с помощью пуповины.

Второй месяц жизни. С этого времени зародыш не принято называть зародышем. Как бывшего студента, поступившего на работу, впервые в жизни начинают звать по имени и отчеству, так и зародыш начинают именовать более солидно — эмбрионом. Теперь у него из трех зародышевых листков формируются ткани и начинают образовываться органы. Клетки каждого листка интенсивно делятся, перераспределяются в пространстве и специализируются. Начиная с 4-й по 8-ю недели развития из наружного зародышевого листка формируются центральная и периферическая нервные системы (то есть головной и спинной мозг и отходящие от них нервы). Из него же образуется чувствительная покровная ткань (эпителий) ушей, носа и глаз, кожный покров, волосы и ногти.

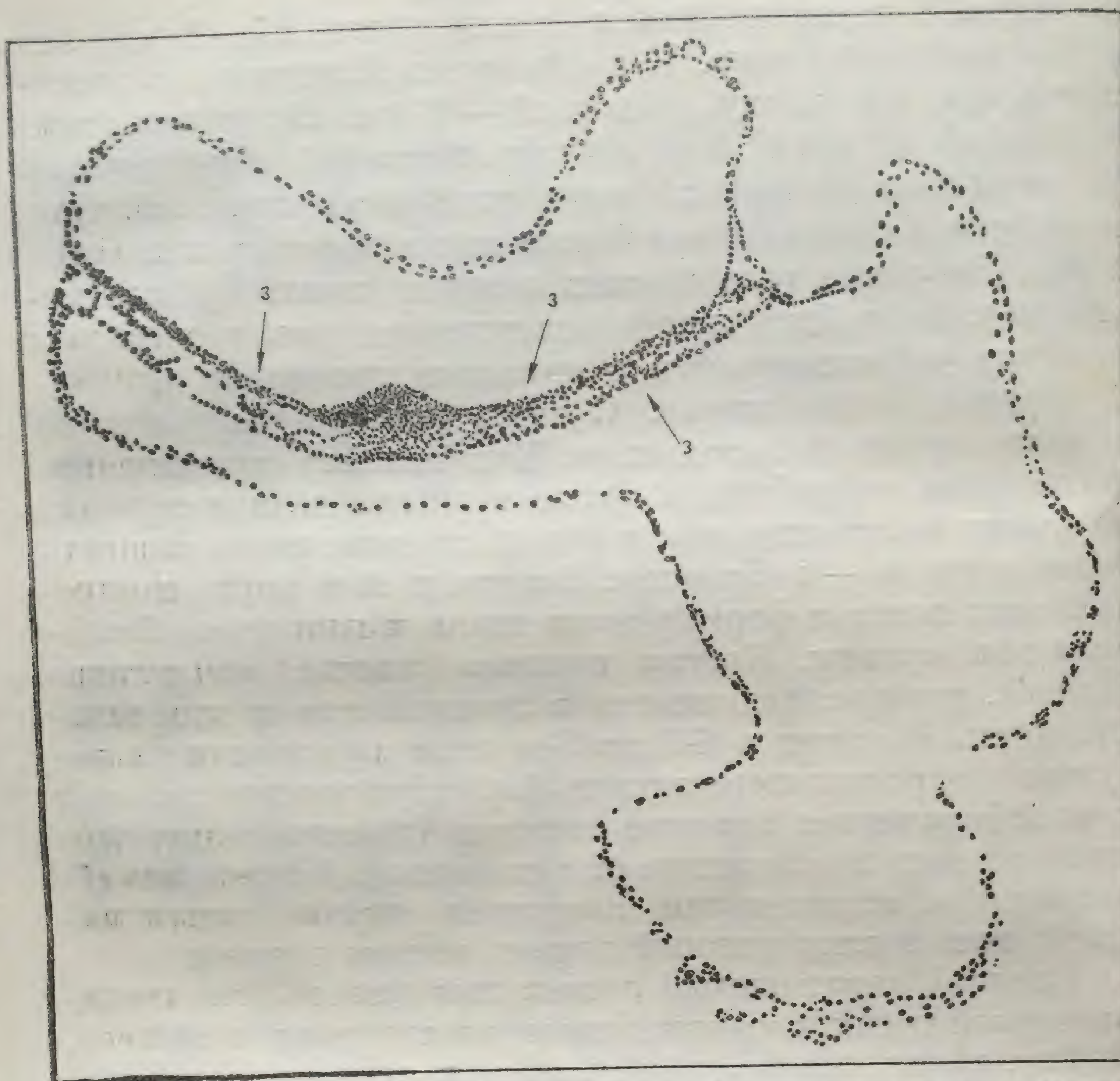
Средний зародышевый листок дает начало всей соединительной ткани и мышцам скелета и внутренних органов, сердцу, крови, лимфе, кровеносным и лимфатическим сосудам, хрящам и костям, селезенке, почкам, половым железам и оболочкам, выстилающим все полости тела.

Внутренний зародышевый листок образует внутренние оболочки желудка и кишечника, органов дыхания, основной части щитовидной железы, печени, поджелудочной железы и других органов.

В этот период появляются внешние признаки человека — лицо, уши, глаза, нос; в зачатках конечностей намечается разделение на отделы, а затем появляются пальцы, вначале соединенные плавательной перепонкой. Эмбрион только было начал походить на человека, но его жизнь висит на волоске: два месяца — это как раз тот возраст, когда по желанию женщины врачи могут прекратить его дальнейшее существование.

Можно представить, о чем бы он рассказал, если бы умел говорить к концу второго месяца развития. Вероятно, его рассказ был бы близок к «Неоконченному дневнику», опубликованному однажды журналом «Здоровье»:





17-дневный зародыш человека «Крым». Оригинальный рисунок среза на уровне первичного зародышевого узелка сделан через рисовальный аппарат при увеличении микроскопа в 280 раз. Толщина среза 10 мкм. Строение зародыша подробно описано Ю. Н. Шаповаловым и Н. П. Барсуковым. Изучение зародыша продолжается на кафедре гистологии и эмбриологии Крымского медицинского института. На рисунке вверху — амниотический пузырек. Он увеличивается с возрастом зародыша и плода и к моменту рождения его стенка выстилает изнутри всю полость, в которой находится плод, в ней накапливается околоплодная жидкость. Низ рисунка — желточный мешок, в его стенке появляются первые кровеносные сосуды. Он постепенно уменьшается и быстро перестает функционировать. Буквой «з» обозначены клетки наружного и внутреннего зародышевых листков, из которых образуется тело самого зародыша.

«...5 октября. Сегодня началась моя жизнь. Мои родители об этом еще не знают. Я меньше, чем яблочное зернышко, но я уже я. И хотя я еще не сформировалась, тем не менее я знаю, что буду девочкой.

19 октября. Я немного подросла, но я все еще слишком крошечная, чтобы делать что-либо сама. Мама делает для

меня бу  
что мам  
мо под  
кровью.

23

думать  
же я с  
слово:  
ловек?  
хлеба я

27

самосто  
на про  
лет жи

12

Какие  
возмо  
тину.

20

я живу  
Пройде  
твоих

25

просто  
мальчи

10

деюсь,

13

еще со  
тый сол

24

Интер  
Я еле  
твоих  
глаза.

правда

28

ня? На

К с

че род  
витие  
период

1 З



меня буквально все. И самое смешное заключается в том, что мама все еще не знает, что она носит меня здесь, прямо под сердцем. И что она питает меня собственной кровью.

**23 октября.** Мой рот скоро начнет формироваться. Подумать только, примерно через год я буду смеяться. Позже я смогу говорить. Я знаю, какое я произнесу первое слово: «Мама». Кто говорит, что я еще не настоящий человек? Я уже человек, так же как малюсенькая крошка хлеба является все же настоящим хлебом.

**27 октября.** Мое сердце начало стучать совершенно самостоятельно. С этого момента оно будет нежно стучать на протяжении всей моей жизни. Потом, после многих лет жизни, оно устанет и остановится, и я умру. Но теперь не конец, а только начало моей жизни.

**12 ноября.** Теперь начинают формироваться мои ручки. Какие они маленькие, даже странно. Когда-нибудь они, возможно, будут играть на скрипке или же нарисуют картину.

**20 ноября.** Сегодня доктор впервые сказал маме, что я живу здесь, у нее под сердцем. Ты счастлива, мама? Пройдет некоторое время, мама, и я буду покоиться на твоих руках.

**25 ноября.** Мои мама и папа даже не знают, что я просто маленькая девочка. Быть может, они ожидают мальчика. Или близнецов. Но я их удивлю.

**10 декабря.** Мое лицо полностью сформировалось. Я надеюсь, что буду похожа на маму.

**13 декабря.** Теперь я почти могу уже видеть, но все еще совсем темно вокруг. А скоро мои глаза увидят залитый солнцем мир. А как ты выглядишь, мама?

**24 декабря.** Мама, я слышу, как стучит твое сердце. Интересно, слышишь ли ты, как мое сердечко стучит? Я еле могу дождаться того момента, когда буду лежать на твоих руках и смогу трогать твое лицо, заглядывать в твои глаза. Ты ждешь меня так же, как я жду тебя, мама, не правда ли?

**28 декабря.** Мама, почему ты разрешила им убить меня? Нам было бы так чудесно вместе...»<sup>1</sup>.

К счастью, не всегда дело кончается так трагично, иначе род человеческий на земле бы прекратился. Если развитие не прерывается, наступает так называемый плодный период внутриутробной жизни будущего человека.

<sup>1</sup> Здоровье, 1966, № 6, с. 4.



## 2. Его уже не называют эмбрионом

...Третий месяц. Рост интенсивно продолжается, и эмбрион достигает 9 см длины. На пальцах появляются ногти, голова выпрямляется, и обозначается шея. Глаза закрываются благодаря развивающимся и срастающимся векам. Во второй половине третьего месяца появляются наружные половые органы. С третьего месяца развития наступает плодный период, который продолжается вплоть до появления новорожденного на свет. Теперь уже неудобно называть его (или ее?) эмбрионом, с этого времени речь идет о плоде. Его тело в это время быстро растет, он набирает массу, которая к моменту рождения в среднем бывает у мальчиков около 3400 граммов и у девочек — около 3250 граммов.

Наследственность и окружающая среда могут вызывать различные отклонения от нормы, о них мы поговорим в дальнейшем.

Характерными для плодного периода являются соотношения между размерами головы плода и его длиной (от темени до копчика). В начале третьего месяца голова огромна, она около половины его роста. На пятом месяце она уже около одной трети, а у новорожденного — примерно одна четверть его роста.

К концу третьего месяца лицо плода похоже на человеческое, уши заняли свое нормальное место. По наружным половым органам легко определить, мальчик это или девочка. Начинает появляться мышечная активность, но слабые движения пока еще для матери незаметны. Движения плода начинают отчетливо ощущаться к концу четвертого месяца, когда его мышцы сформировались.

На пятом месяце своего существования плод достигает длины от темени до пяток 230 мм, весит около 500 граммов. Движения его энергичны и легко улавливаются. На теле и на лице появляется волосной покров, кожа смазана так называемой первородной смазкой.

Шестой месяц. Длина плода от темени до пяток 300—350 мм, масса около 800 граммов. В это время на его лице появляются брови и ресницы, разрывается спайка между веками. На всем теле увеличивается подкожный жировой слой, пушок, покрывающий тело, исчезает. Когда ему ис-

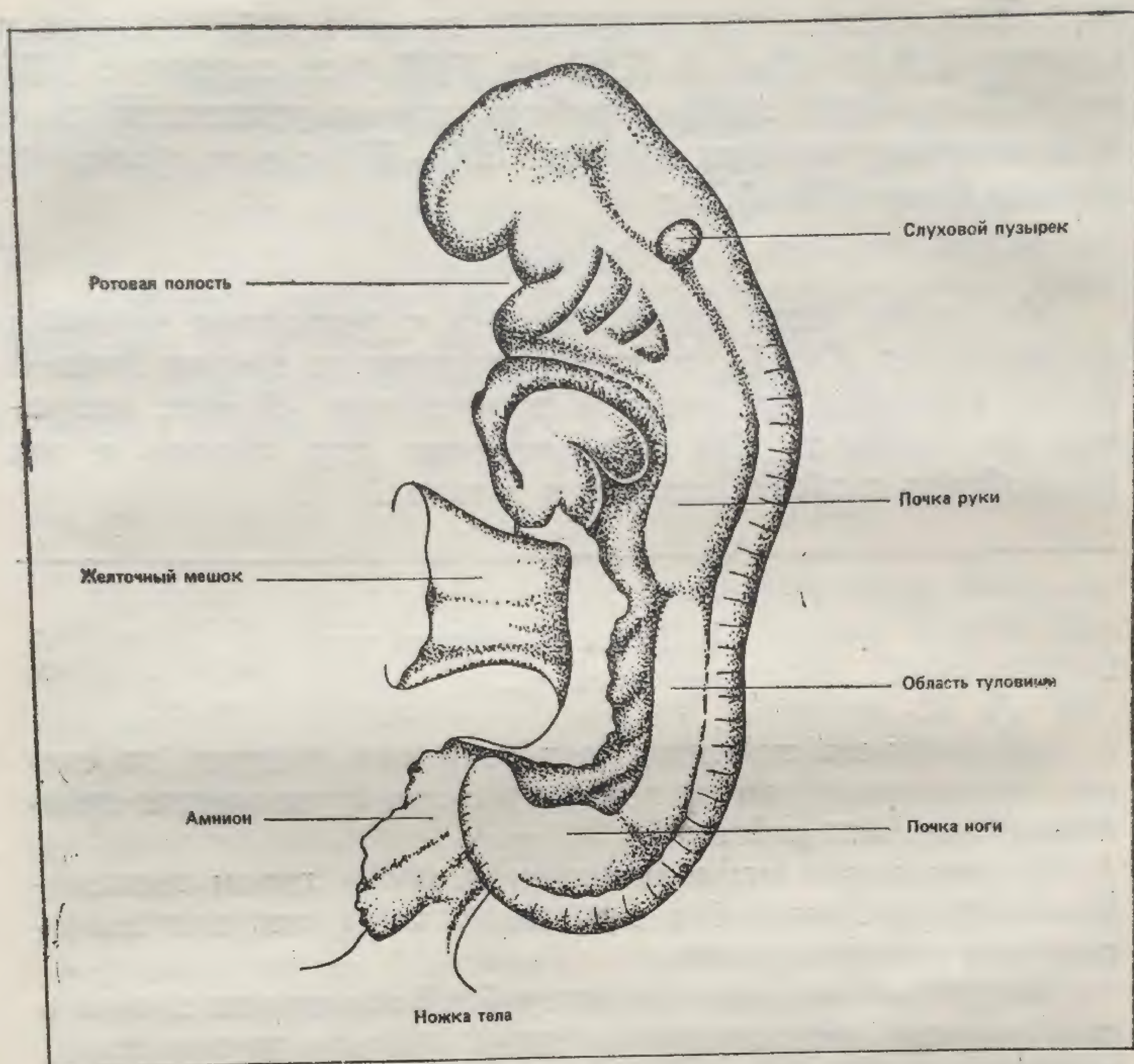
Ротовая полость

Желточный мешок

Амнион

полняется 28 неде  
жизни вне организ  
временной медицин  
угрожает его жизни  
совсем мал, его ро  
Восьмой месяц  
ближается к 2 кг, д  
вается, и на девято  
вид. В среднем пр  
жизни — 280 дней  
от 245 до 325 дней  
В последние год  
перация — ускорени  
ганизма — коснула  
4 2-45





Схематическое изображение зародыша человека в возрасте около 26 дней (из книги Л. Барта «Эмбриология»)

полняется 28 недель, он уже способен к самостоятельной жизни вне организма матери. Благодаря достижениям современной медицины рождение семимесячного ребенка не угрожает его жизни. Но в возрасте семи месяцев он еще совсем мал, его рост 355 мм, масса тела 1300 граммов.

Восьмой месяц помогает ему стать больше, масса приближается к 2 кг, длина 42 см. Количество жира увеличивается, и на девятом месяце тело принимает законченный вид. В среднем продолжительность его внутриутробной жизни — 280 дней (40 недель), но бывают отклонения, от 245 до 325 дней.

В последние годы появились данные о том, что акселерация — ускорение темпов биологического развития организма — коснулась всех стадий, в том числе эмбриональ-



ных. Так, масса новорожденного во всех странах мира в среднем увеличилась с 3200 до 3390 г за период с 1937 по 1972 г. Срок внутриутробной жизни удлинился на 4 дня, а масса плаценты достигла 500—550 г, в то время как раньше была 450—500 г.

\* \* \*

Мы очень бегло познакомились с развитием человека до рождения. Как будто перед мысленным взором прошел некий конвейер, на котором происходила сборка, например, автомобиля. Кто-то производил эту сборку, а мы не особенно глубоко вникали в детали...

### 3. Если разобрать его на части и...

...Посмотреть поближе, как устроена каждая из систем и что происходит с ней в процессе становления организма будущего ребенка.

Первое, с чем мы сталкиваемся, когда хотим познакомиться с зародышем более детально, это кожа, покрывающая всю его поверхность.

На третьем месяце внутриутробной жизни она прозрачная, розовая, первородный пушок еще не появился, он пока только закладывается. Дальше (на 4-м месяце) кожа становится плотнее, первородный пух покрывает ее в полную силу. Подкожной жировой клетчатки еще нет, поэтому сквозь кожу просвечивают кровеносные сосуды и мышцы, плод сморщенный и красный.

Наконец, внешне он становится более привлекательным. Это происходит на 5—6-м месяцах. Подкожная жировая клетчатка уже образовалась, в ней начинает откладываться жир, и морщины исчезают. Но он еще красненький. Волоски (первородный пух) темнеют, он весь покрывается смазкой, но начинают ли работать сальные железы кожи, точно неизвестно.

К девятому месяцу он становится упитанным и более симпатичным. Краснота кожи исчезает, волосы на голове отрастают длиннее...

Так как человеческий зародыш принадлежит к позвоночным, уже с первого месяца своего существования его не назовешь бесформенной медузой. Начинает формироваться каркас будущего скелета, он закладывается в виде



хрящевой модели. Череп образован отдельными плоскими костями, между которыми есть несколько пространств — родничков. Поэтому головной мозг может беспрепятственно расти, а объем черепа — увеличиваться. На четвертой неделе закладываются хрящи, из которых будут формироваться кости лица. Они характерны у каждого индивида, он начинает становиться индивидуальностью, или похожей, или непохожей на своих родителей.

У 6-недельного эмбриона в наметившихся конечностях имеются хрящи, из которых разовьются некоторые будущие крупные кости. К 8-й неделе полный хрящевой скелет конечностей уже сформировался. Также интенсивно в этот период развивается позвоночник.

Удивительные результаты в тридцатые годы были получены Д. П. Филатовым и Б. И. Балинским. Опыты проводились в то время, когда в эмбриологии существовало направление, названное механикой развития. Д. П. Филатов задался целью выяснить роль покровных клеток и эмбриональной соединительной ткани — мезенхимы — в процессе дальнейшего формирования зачатка конечности. Для своих опытов Филатов использовал зародышей аксолотля (земноводного животного, похожего на тритона). Покровная ткань (эпителий), снятая с зачатка конечности и пересаженная на бок зародыша, давала начало добавочной конечности. Если мезенхиму пересаживали на бок или на голову, то из нее тоже вырастала добавочная конечность. Б. И. Балинский пересаживал слуховой пузырек зародыша тритона ему же на бок, в место между закладкой передней и задней конечностей. Ухо на этом месте не возникало, а происходило образование добавочной пятой ноги. Что вызывало изменение направления в развитии органа?

В последнее время наблюдения с помощью электронного микроскопа обнаружили наличие субмикроскопических тяжей, соединяющих ткани раннего зародыша. Возможно, направляющее действие в развитии оказывают вещества, проникающие через клеточные мембраны, распространяющиеся от клетки к клетке по этим тяжам? До сих пор эти явления до конца не расшифрованы.

...Первые дни зародыш питается желтком яйцеклетки и теми питательными веществами, которые могут проникать к нему из содержимого яйцевода и матки. Однако вскоре этих питательных веществ становится мало, и он начинает добывать их из организма матери. Образуется



система кровеносных сосудов, которая осуществляет транспортировку питательных веществ по пуповине.

Первые кровеносные сосуды возникают в середине третьей недели. У 23-дневного зародыша сердце представляет собой трубку, но оно уже бьется. Между первым появлением кровеносных сосудов и формированием сердца проходит всего три дня. С этого момента в сердце начинается образование полостей, перегородок и клапанов. Этот процесс завершается у зародыша 40-миллиметровой длины.

Уже на третьей-четвертой неделе развития, когда длина зародыша всего 4 мм, у него функционируют артериальная и венозная системы сосудов. Причем вначале так, как у рыб, образуется 6 дуг аорты, а затем очень быстро наступает их обратное развитие или преобразование в другие кровеносные сосуды (см. «Индивидуальное развитие и эволюция»). Но путь кровотока у плода иной, чем у новорожденного. До рождения легкие не функционируют, кислород идет к плоду с кровью матери. После рождения, когда пуповина перерезается, меняется направление кровотока. Новорожденный дышит легкими, и начинает функционировать легочный круг кровообращения. Сосуды, направлявшие кровь к пуповине и обратно, отмирают.

Наиболее насыщенную кислородом кровь получает печень. Лучше снабжаются кровью голова, верхние конечности и вся верхняя половина тела. Может быть, поэтому они быстрее и лучше развиваются по сравнению с нижней половиной тела и ногами.

Эта неравномерность в кровоснабжении особенно выражена в первую половину жизни до рождения, потом она несколько сглаживается.

Все органы плода получают от матери смешанную кровь. Каждая порция артериальной крови плода (то есть крови, идущей от его сердца) теряет кислород более интенсивно и быстро, чем у взрослого человека. Наибольшую работу выполняет правый желудочек сердца, так как именно он гонит кровь на большее расстояние — через нижние отделы туловища.

Современная медицинская техника позволяет записать электрокардиограмму плода, когда обычными приборами сердцебиения еще не прослушиваются. Они начинают прослушиваться на 15-й неделе беременности. Вначале «сердце стучит, как у воробья», — 130—150 ударов в ми-



нута. Потом пульс становится реже, но все же к концу беременности может достигать 128 ударов.

Кровь плода по многим показателям отличается от крови взрослого. Основным органом кроветворения с 5-й по 20-ю неделю внутриутробной жизни является печень. С 12-й недели кроветворную функцию уже выполняет костный мозг. Селезенка начинает вырабатывать лимфоциты в возрасте 14 недель. В кровотоке плода красные кровяные тельца, эритроциты, появляются на 8-й неделе, а лейкоциты — на 12—16-й. Количество гемоглобина и клеток крови у плода еще меньше, чем у новорожденного, и к моменту рождения оно постепенно повышается.

Сердечно-сосудистая система плода не только транспортирует кровь. Она обеспечивает дыхание и питание его тканей, так как кровь несет им и кислород, и питательные вещества.

Дыхание в том смысле, как мы его себе представляем (то есть с помощью легких), начинается только после рождения. Поэтому развитие легких задерживается. Однако закладка основных структур, из которых разовьются легкие и бронхи, происходит в первой половине развития. К 28-й неделе система органов дыхания морфологически и функционально достигает такого уровня, что могла бы самостоятельно функционировать, если бы произошли преждевременные роды.

У плода были зарегистрированы дыхательные движения. К 6—7 месяцам их частота 50—60 в минуту. Они могут на некоторое время прерываться, но затем, через 20—70 минут, возобновляются вновь. Эти движения являются дыхательными только внешне. Легочная ткань не расправляется, легкие не поглощают кислород. При таких движениях в легкие плода могут попасть околоплодные воды. Но он не захлебывается и не погибает, это не причиняет ему никакого вреда.

Формирование пищеварительной системы начинается на той стадии развития, которая, если помните, внешне напоминала плохо надутый резиновый мяч. У этого «мяча» (гаструлы), оказывается, уже есть первичный рот, головной и хвостовой конец. У человека, как и у других хордовых, ротовое отверстие в дальнейшем образуется в другом месте, да и сама гастрюла имеет другую форму. В самом теле зародыша образуется кишечная трубка. На четвертой неделе развития эмбрион, «если пожелает», может «ртом» заглатывать вещества из окружающей среды.



В этот же период образуется язык (то есть он может даже «попробовать пищу на вкус», хоть кажется совсем невероятным, что такое желание может у него возникнуть). На неделю позже появляется желудок (всего лишь расширившаяся кишечная трубка) и двенадцатиперстная кишка. С трехнедельного возраста можно обнаружить зачаток печени и желчного пузыря, а несколько позже — левую и правую части формирующейся поджелудочной железы. Остальные отделы кишечника также интенсивно развиваются.

Длительный и сложный путь эмбрионального развития проходит орган выделения — зародышевая почка. У крохотного зародыша 2 мм длины закладывается предпочка, которую вскоре сменяет первичная почка, а затем появляется окончательная почка, занимающая свое постоянное место у плода, который к этому времени уже достиг 12—18 см длины. Все это происходит симметрично с двух сторон: почки — парный орган, у всех позвоночных их две.

Ткани, из которых были построены предпочка и первичная почка, частично подвергаются обратному развитию (попросту — исчезают), а отчасти идут на построение половых органов. Почему же так сложно и необычно осуществляется образование почки у плода? Возможно, это отражение длительного эволюционного пути, который прошел человек. В эмбриональном развитии рыб, птиц и амфибий тоже наблюдается сначала образование предпочки, а потом первичной почки.

У зародыша человека смена почек происходит не на одном и том же месте, а в разных участках тела: предпочка закладывается выше, затем она деградирует, ниже появляется первичная почка, затем еще ниже — окончательная. Мочу образует окончательная почка.

К концу эмбрионального развития в мочевом пузыре обнаруживали до 80 мл мочи. Правда, выделение мочи не является обязательной функцией почек плода. Даже без почки жизнь плода не нарушается, так как выделительную функцию выполняет плацента. Моча плода по своему составу отличается от мочи ребенка и взрослого. Функционируют ли у плода потовые железы кожи, тоже являющиеся органами выделения, достоверно неизвестно.

Мы разбо  
рый внача  
вится эмбри  
устроен гора  
вует ли он чт  
лая масса кл  
вается, уже  
зародыша поя  
наружного за  
ная пластинк  
бок, потом не  
отделы центра  
ного зародыша  
зачатки глаз и  
все отделы це  
темы.  
Нервная си  
рано, но голов  
рождения. Он  
нии многих ле  
онировать орга  
еще в утробе  
способен реак  
Как об этом уз  
Шведский  
пленку в утроб  
рождения. Нер  
приводит в сво  
Акимовский.  
Нильсон при  
на конец трубк  
вают внутренно  
ров в недрах ма  
стика:  
«...Пять меся  
ляет свой дурно  
громкие крики и  
мать, по-своему  
у него агрессивн



#### 4. Когда начинать воспитание?

Мы разбираем на части сложнейший механизм, который вначале представляет собой зародыш, потом становится эмбрионом, а далее его именуют плодом, хотя он устроен гораздо сложнее, чем яблоко или груша. Чувствует ли он что-нибудь? Или это бесчувственная и безмозглая масса клеток (особенно в начале развития)? Оказывается, уже на третьей неделе внутриутробной жизни у зародыша появляется утолщение в области средней части наружного зародышевого листка, так называемая нервная пластинка. Именно из нее сначала образуется желобок, потом нервная трубка, из которой развиваются все отделы центральной нервной системы. У четырехнедельного зародыша можно обнаружить три мозговых пузыря, зачатки глаз и спинного мозга. А несколько позже готовы все отделы центральной и периферической нервной системы.

Нервная система, как уже говорилось, возникает очень рано, но головной мозг не заканчивает своего развития до рождения. Он еще будет долго развиваться на протяжении многих лет после рождения ребенка. Однако функционировать органы центральной нервной системы начинают еще в утробе матери. На многие воздействия извне плод способен реагировать совершенно определенным образом. Как об этом узнали?

Шведский фотограф Леннарт Нильсон сумел снять на пленку в утробе матери развитие зародыша человека до рождения. Некоторые из его уникальных фотографий приводит в своей книге «Занимательная биология» Игорь Акимушкин.

Нильсон приспособил микрокамеру и микроосветитель на конец трубки цистоскопа, которым обычно осматривают внутренность мочевого пузыря, и снял тысячи кадров в недрах матки. Рассказ об этом звучит как фантастика:

«...Пять месяцев. Человек весит около фунта и проявляет свой дурной или хороший нрав. Он уже слышит громкие крики из шумного мира, в котором живет его мать, по-своему их пугается или, напротив, если характер у него агрессивный, сердится и грозит. Он уже чутко



реагирует на мамины настроения и, по-видимому, на ее нежные слова и ласки.

...Одна пятимесячная девочка родилась в Дании в веселой цыпленка — 675 граммов! Ее сразу уложили в купель с питательным раствором, и она выжила.

Шесть месяцев — человеку уже тесно в маме, и он готовится покинуть ее. Поворачивается вниз головой — так удобнее выбраться. Но впереди еще восемь-девять долгих и беззаботных недель полного, не омраченного насильем удовольствия (так уверяет Фрейд). Потом начнутся всякого рода подавления инстинктов и желаний, а пока, в не покинутом еще раю, безмятежно блаженствуя и предвкушая радости удовлетворенного аппетита, будущий младенец... сосет большой палец.

Семь месяцев — плод открывает глаза! И хотя там, где он живет, очень темно, смотрит, не смыкая век, словно не терпится ему увидеть красочные картины, которые скоро откроет перед ним жизнь...»<sup>1</sup>.

Английским ученым удалось доказать с помощью чувствительного микрофона, что извне в матку доносится много звуков (опыты проводились на овцах). Недавно на Западе была издана книга американского ученого Т. Верни «Скрытая жизнь ребенка до его рождения», отрывок из которой опубликовала «Литературная газета» 2 июня 1982 года. В этой книге профессор Т. Верни утверждает, что личность человека формируется задолго до его появления на свет. Мысли, переживания, ощущения его матери передаются ребенку. Он не только чутко воспринимает их, но и запоминает. Эти впечатления определяют потом его характер, поведение, степень психического здоровья.

...«Начиная с 24-й недели ребенок постоянно реагирует на шумы, которых вокруг него очень много, — пишет Т. Верни. — Он даже слышит голоса матери, отца и другие звуки, доносящиеся извне. Но ритмичное биение сердца матери доминирует над всеми шумами. Пока этот ритм не меняется, он чувствует себя в безопасности. Подсознательное воспоминание о биении материнского сердца, по-видимому, служит причиной того, что после рождения ребенок успокаивается, как только его берут на руки или когда он слышит тиканье часов.

<sup>1</sup> И. Акимовский. Занимательная биология. М., Молодая гвардия, 1972, с. 90—91.



...Зрение неродившегося ребенка развивается более медленно, чем слух, хотя нельзя сказать, что ребенок ничего не видит. Начиная с шестой недели он реагирует на свет. Например, солнечный. Он знает, когда его мать загорает на солнце, хотя в целом ему этот свет не мешает. Он реагирует на отдельный световой луч, направленный на живот его матери, чаще всего отворачивая голову или подпрыгивая».

В 1925 году американский биолог и психолог У. Кэннон доказал, что страх и беспокойство ведут к появлению в крови животных и человека особых химических веществ — катехоламинов. Если страх или беспокойство испытывает беременная женщина, эти вещества проникают через пуповину с ее кровью к ребенку. В результате ребенок тоже начинает испытывать беспокойство.

Т. Верни утверждает, что одновременно эти вещества играют роль стимуляторов и пробуждают у ребенка примитивное самосознание и эмоциональное восприятие действительности. «Каждая волна материнских гормонов резко выводит ребенка из его обычного состояния и придает ему обостренную восприимчивость. Он начинает ощущать, что произошло что-то необычное, беспокоящее, и пытается «понять», что же именно...»

В отрывке из книги Т. Верни почти нет рассказа о наблюдениях или научных экспериментах, которые могли бы это подтвердить. В комментариях наших ученых к этой публикации «Это еще надо проверить!» многое из сказанного профессором Верни подвергается сомнению.

Так или иначе, задолго до появления его книги народная мудрость советовала будущей матери быть спокойной и ровной, а окружающим — не волновать ее.

Однажды на вопрос родителей 10-дневного младенца, когда надо начинать его воспитывать, древний мудрец ответил: «Вы опоздали на десять дней». Теперь, возможно, он ответил бы иначе: «Вы опоздали на несколько месяцев!»

В «Занимательной биологии» И. Акимушкина есть фотография 4-месячного плода человека. Он смотрит на нас сквозь прозрачную внутреннюю оболочку зародышевого мешка и парит в околоплодных водах, словно космонавт в космическом корабле. И он улыбается! Чему он радуется, кто знает...

У 28-недельного плода наблюдали соответствующие реакции мимики на разные вкусовые ощущения: отрицатель-



ные гримасы на соль и горькое, выражение удовольствия — на сладкое, а также выражение плача, крика, гнева.

Строгие научные исследования показали значение высшей нервной деятельности в развитии зародыша. Если почему-либо мозг у него поврежден, уменьшаются его длина и масса, он может погибнуть во время родов. Все его движения в утробе матери обусловлены деятельностью органов нервной системы. Он делает не только движения конечностями, но и глотательные, и хватательные. Хватательный рефлекс, так хорошо развитый у новорожденных, впервые проявляется в возрасте 11,5 недели. Сосательный — в 13 недель. Плод жмурит глаза в 17 недель, делает дыхательные движения в 20 недель.

Запись электрических импульсов мозга плода на последних месяцах внутриутробной жизни показала, что у него есть такая же смена ритмов, которая характерна для состояния сна, то есть две фазы сна, сменяющие одна другую: «медленный сон» — со спокойными медленными волнами на записи и «быстрый сон» — с мелкими частыми зубчиками и быстрыми движениями глаз. (Последние наблюдаются после рождения в фазах «быстрого» сна, от которых он и получил свое название.)

Французский физиолог Мишель Жуве предположил, что в фазах «быстрого сна» у неродившегося младенца «проигрываются» те безусловные рефлексy, с которыми он появляется на свет. Но это — гипотеза, проверить которую весьма сложно.

Как развиваются органы чувств? Множество экспериментов с пересадками зачатков глаза и уха проделали специалисты в области «механики развития» в 20-е и 30-е годы. Объектом исследований служили зародыши разных видов амфибий. Был накоплен огромный материал, позволивший сделать заключение о способности отдельных частей органов чувств к самодифференцировке или к влиянию на развитие соседних частей.

Первые признаки формирования глаз можно обнаружить у 22-дневного зародыша. В это время глаза представляют всего-навсего два желобка в переднем отделе мозга. Глазные желобки вскоре превращаются в два симметричных выроста — глазные пузыри. Каждый глазной пузырек вскоре стягивается при основании, превращаясь в полый шар, сообщаящийся с мозгом с помощью трубочки-стебелька. Наружная стенка пузыря приходит в со-



прикосновение с покровным эпителием (внешней кожей) и сначала становится плоской, но вскоре вдавливаясь. После этого глазной пузырек превращается в глазной бокал или чашу. Кто-то из ученых образно назвал глаза «мозгом, выдвинутым наружу», и это в буквальном смысле так.

В том месте, где глазной бокал соприкасается с покровным эпителием, последний утолщается. Это утолщение отделяется от внутренней поверхности кожи, и образовавшийся эпителиальный пузырек дает начало хрусталику.

В процессе развития глаза после того, как начал образовываться хрусталик, эпителий, покрывающий глаз, просветляется и дает начало роговице. Глаза плода реагируют на яркий свет, начиная с 6-месячного возраста.

Если пересадить глазной бокал под кожу туловища зародыша, тоже образуется роговица. Тот же результат дает пересадка хрусталика или кашицы из сетчатки, куса радужной оболочки. Просветление, напоминающее образование роговицы, получается даже тогда, когда под эпителий тела зародыша пересаживают половинки стеклянных бусинок. В чем тут дело? Опыты проводились более 50 лет назад, но до сих пор это — одна из эмбриологических загадок.

В возрасте семи недель зародыш человека уже имеет все составные части глаза. К этому же времени у него развиваются уши. Сначала появляются слуховые пузырьки, затем все компоненты наружного, среднего и внутреннего уха. После этого он не только воспринимает звуки, но и отвечает на них толчками в переднюю стенку живота матери.

Ученые заметили, что плод сохраняет положение в матке независимо от изменений положения тела матери по отношению к центру тяжести Земли. Вестибулярный аппарат внутреннего уха начинает функционировать уже у 6-месячного плода. С его помощью он сохраняет равновесие и быстро восстанавливает изменившееся положение тела.

Двухмесячный эмбрион уже обладает тактильной чувствительностью. Он реагирует на давление, отстраняясь от него, на боль, на прикосновения к подошвам ног.

В течение третьего месяца на его языке закладываются вкусовые почки — орган вкуса.



Позже других органов чувств развивается орган обоняния: образование обонятельных рецепторов завершается к концу пребывания во чреве матери.

Могут показаться фантастическими сообщения о том, что плод способен издавать звуки. В зарубежной литературе сообщалось о 82 случаях крика неродившегося младенца. Причины этого явления неизвестны. Механизм возникновения крика объяснить трудно. Скорее это похоже на слуховые галлюцинации родителей. Во всяком случае, подобные сообщения нуждаются в проверке.

## 5. Чудеса превращений

Нервная регуляция развития имеет огромное значение, но не менее важна гуморальная регуляция. Термин «гуморальная регуляция» (от «гумор» — жидкость) подразумевает то или иное влияние растворов различных веществ в жидкой среде организма (крови, лимфе, тканевой жидкости, цитоплазме клеток). В этой связи немалый интерес представляет развитие и формирование у зародыша таких органов, которые способны сами вырабатывать различные вещества, — желез внутренней и смешанной секреции. Такие железы называют органами эндокринной системы. Они все функционально связаны между собой: гормоны одной железы влияют на секрецию гормонов другой. А гормоны осуществляют связь между функциями клеток и тканей. В организме существует тонко сбалансированное равновесие между клетками всех органов эндокринной системы.

Щитовидная железа закладывается у ничтожно маленького зародыша, длина его в это время всего 10—13 мм. Признаки ее функционирования (то есть гормоны, которые она выделяет) обнаруживаются уже у 3—4-месячного плода. В этот период в ее клетках накапливается йод.

В начале второго месяца эмбрионального развития появляются околотитовидные и вилочковая железы. На третьей неделе в мозгу зародыша можно найти гипофиз. Он начинает функционировать у плода длиной 22—27 мм.

Женщина, страдающая диабетом, во время беременности начинает себя настолько лучше чувствовать, что снижает суточные дозы инсулина или вообще прекращает его инъекции. Это доказывает, что поджелудочная железа



плода выделяет инсулин в достаточном количестве, чтобы обеспечить им не только свой, но и материнский организм.

Уже в 4,5 месяца половые железы начинают вырабатывать гормоны, оказывающие большое влияние на плод. Рано начинается развитие надпочечников и выделение ими адреналина.

Вы, конечно, помните, что пол будущего младенца определяет 23-я пара хромосом. Существует гипотеза, предполагающая, что роль генетического механизма, определяющего пол, заключается в том, чтобы «запустить» образование соответствующих гормонов. Дело в том, что у зародышей всех позвоночных на ранних стадиях развития половые железы бисексуальны (то есть двуполы). У самцов мужской гормон вызывает подавление и регрессивное развитие женских компонентов половых желез, и наоборот. В железах начинает преобладать тот или иной компонент, в зависимости от генетического пола зародыша.

Когда начинают вырабатываться половые гормоны? На этот вопрос помог ответить эксперимент, поставленный самой природой. Иногда у коров начинают развиваться телята-двойни. Их кровь перемешивается через общие сосуды плодных оболочек до начала структурной дифференцировки пола или примерно к этому времени. Если плоды разного пола, то генетическая самка изменяется, превращаясь в бесплодный организм, так называемый фримартин. Значит, мужские половые железы формируются раньше и оказывают влияние на развитие яичников самки.

Этот природный эксперимент удалось повторить в лабораторных условиях с помощью парабиоза (перекрестного кровообращения). Когда двух зародышей тритонов разного пола сращивали путем парабиоза, обычно, как в случае с телятами, преобладал мужской пол. Однако в лаборатории можно было комбинировать зародышей: брать самца от мелкого, медленно растущего вида, а самку — от крупного и быстрорастущего. В этом случае удавалось добиться преобладания женского пола — фримартин не получался.

Когда хотели установить гормональное влияние на развитие пола у зародышей кур, с ними поступали иначе. Участки половой железы будущего петуха пересаживали



во вторичную полость тела (целом<sup>1</sup>) зародыша курицы на стадии развития 50 часов. Если пересаженный участок содержал мужской половой гормон, курица превращалась в петуха (Дж. Иберт).

Эксперименты, связанные с развитием пола у зародыша млекопитающих, в 60-х годах нашего века провел польский эмбриолог А. К. Тарковский. Он брал восьми-клеточные мышинные зародыши и соединял их попарно, создавая таким образом химеры.

На основании чисто случайных сочетаний можно было бы ожидать, что половина химер должна содержать клетки мужского и женского пола, то есть с сочетаниями XX- и XY-хромосом в 23-й паре. Значит, половина химер должна оказаться гермафродитами, или интерсексуальными особями. Но на самом деле этого не происходило. Только один из десяти зародышей оказывался гермафродитом. Женские половые клетки при росте в мужском организме не могли развиваться в сперматозоидов. Все сперматозоиды «смешанного» самца принадлежали к той же линии мышей, к которой принадлежал мужской эмбрион.

Иное явление наблюдалось у амфибий. У них женская половая клетка в организме самца может превращаться в сперматозоид, и наоборот.

---

<sup>1</sup> Ц е л о м — полость тела зародыша, образующаяся после стадии гаструлы из среднего зародышевого листка — мезодермы, со всех сторон ограниченная ее тканями.

ПРЕГ  
НАДС

У перо  
рых мы  
плацента.  
чародея, и  
стоит из в  
низма мате  
в народе их  
Иногда  
ке, когда х  
ни. Видимо  
то есть поя  
тельно не ве  
жив. Ведь «  
Но рожде  
редкое. Обы  
ный мешок  
оказались пл  
следом рожда  
всеми оболоч  
В начале  
ных с этим  
внимание изда  
полной мере.  
На кафедре  
дицинского инс  
поручено изуча



# V

## ПРЕПЯТСТВИЯ, КОТОРЫЕ НАДО ПРЕОДОЛЕТЬ

Родила царица в ночь  
Не то сына, не то дочь,  
Не мышонка, не лягушку,  
А неведому зверюшку.

*А. С. Пушкин, «Сказка о царе Салтане...»*

### 1. Первый в жизни барьер

У неродившегося младенца помимо «частей», о которых мы рассказали, есть один очень важный орган — плацента. Это — плодный мешок, в котором, как в колбе чародея, идет «сотворение Гомункулюса». Плацента состоит из временных органов. Они уйдут навсегда из организма матери сразу же после рождения ребенка. Поэтому в народе их называют «последом».

Иногда о человеке говорят, что он родился в рубашке, когда хотят отметить его редкую удачливость в жизни. Видимо, тому, кто на самом деле «родился в рубашке», то есть появился на свет в оболочках последа, действительно невероятно повезло с самого начала, если он остался жив. Ведь «в рубашке» можно было и погибнуть.

Но рождение «в рубашке» — явление исключительно редкое. Обычно последовательность процессов такова: плодный мешок надывается, околоплодные воды, которые окружали плод, вытекают, ребенок появляется на свет, и следом рождается «детское место», «послед», плацента со всеми оболочками, которые окружали плод.

В начале книги мы рассказывали о поверьях, связанных с этим загадочным органом. Оболочки привлекали внимание издавна, но лишь теперь их роль раскрылась в полной мере.

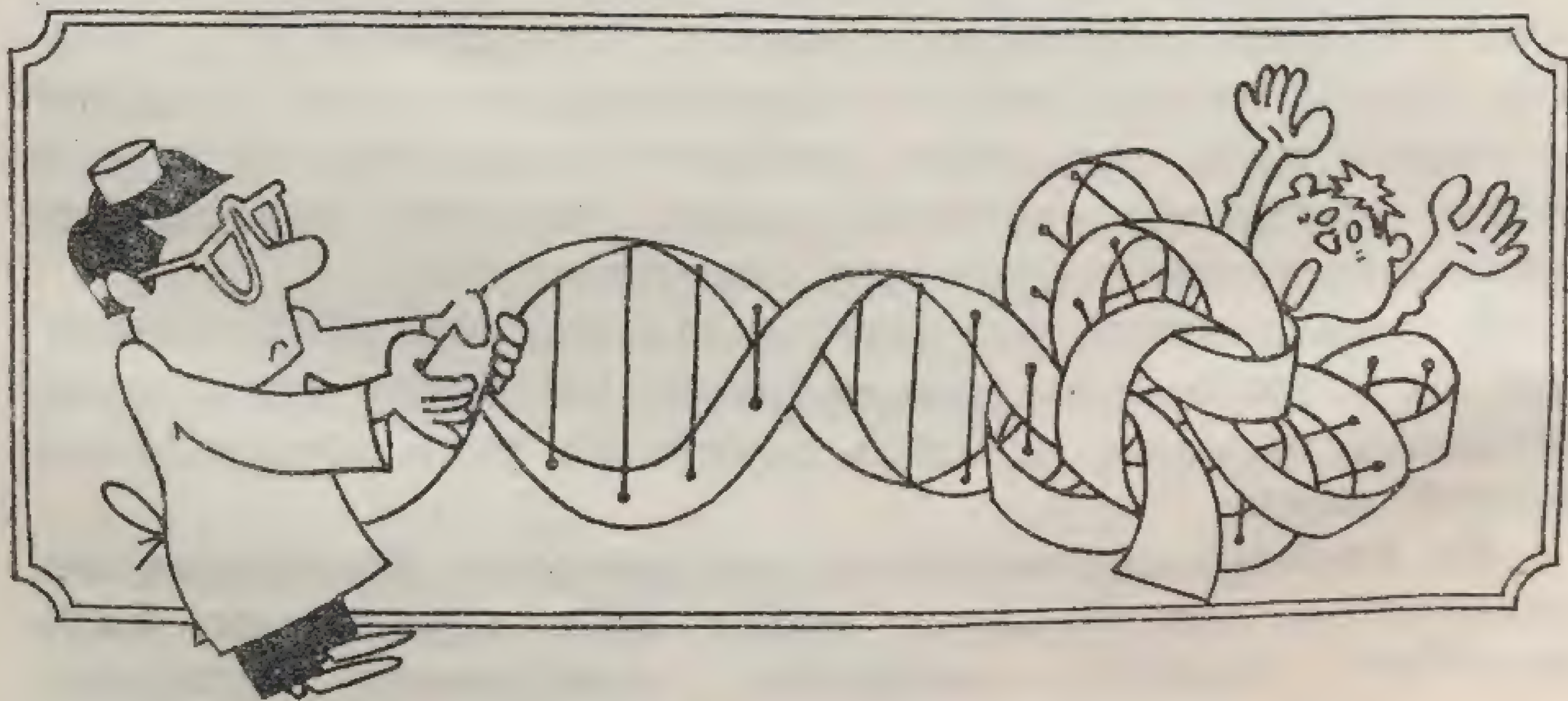
На кафедре гистологии и эмбриологии Крымского медицинского института в конце 50-х годов нам было поручено изучать плаценту новейшими методами:



цитохимическими, морфологическими, количественными (последний имеет в виду исследование размеров структур, разделяющих кровь матери и плода).

Так как можно было сопоставить данные наших исследований с теми, которые были получены Ю. Н. Шаповаловым при изучении тканей зародыша на ранних стадиях развития и плода в плодный период, то, суммируя все это и наблюдения других исследователей, стало возможным получить довольно полную картину строения и функций плаценты. В этой главе поэтому мы используем и результаты собственных исследований.

Но прежде — некоторые общие сведения о плаценте. Она осуществляет между матерью и плодом всестороннюю связь, обеспечивает контакт тканей и обмен потоками различной информации. Сама структура плаценты способствует этому. В ней различают две части: материнскую, возникающую из измененной слизистой оболочки матки, и плодную, образующуюся из клеток наружной стенки бластоцисты (очевидно, вы помните эту раннюю стадию развития зародыша). Клетки бластоцисты образуют хорион — одну из оболочек, окружающих снаружиместилище плода. На поверхности хориона есть много ворсинок-выростов, похожих на ветви деревьев. Кусты ворсинок погружены в материнскую кровь, вернее, в заполненные кровью впадины-лакуны материнской части плаценты. В каждой ворсинке хориона располагаются кровеносные сосуды плода. Кровь матери и плода нигде не смешивается, так как кровь плода не выходит за пределы мелких сосудов — капилляров. Капилляр хотя и тоньше волоса, но нигде не обрывается. Он сливается с таким же капилляром, постепенно русло кровотока расширяется. Кровообращение



плода везде  
крови матер  
и поры меж  
капилляра п  
они иногда  
ся сквозь от





Зародыш человека второго месяца развития (длина 10 мм). 1 — тело зародыша; 2, 3, 4 — временные органы плода человека, функционирующие только во внутриутробной жизни и обеспечивающие его развитие; 5 — кровеносные сосуды внезародышевых органов (из А. Г. Кнорре «Краткий очерк эмбриологии человека». Л., 1967)

плода везде замкнуто, поэтому автономно. Вещества из крови матери могут проникать через структуры хориона и поры между клетками, образующими клеточную стенку капилляра плода. В его стенке всего один слой клеток, и они иногда раздвигаются, давая возможность протиснуться сквозь отверстие лейкоциту.





Плод человека перед рождением. 1, 2, 3, 6 — временные органы человека, обеспечивающие его внутриутробное развитие и формирующие стенку плодного мешка; 4 — околоплодная жидкость, 5 — пуповина, обеспечивающая связь плода через плаценту 3 с организмом матери

Плацентарный барьер, словно таможня, многое пропускает, но кое-что задерживает. Он начинает работать активно к 12-недельному возрасту плода. Тут работает целая система, как шлюзы в канале: два слоя покровного эпителия, клетки капилляров и соединительная ткань

ворсинки хор  
позначны.)

До сих пор  
через барьер  
самим барьер  
других соеди  
способность вещ  
толщины. Пос  
многих ворсин  
крова. Благо  
зываются бли

Иногда про  
какой-нибудь  
шей к 35—36-

Вещества м  
зии, то есть де  
цией в сторону  
могут активно  
мощью пиноци  
плазматических  
вать вещества,  
небольшие вып  
ружной среды  
оказывается в  
кая вакуоль пог  
мы, где ее соде

Пиноцитоз, та  
клеточной мемб  
щением из раство  
объяснить быстр  
рану крупных во  
ков и нуклеинов  
энергии. Возможе  
которых случаях

Клеточные мем  
переноса определ  
Через мембраны к  
различных химичес  
да, хлора и други  
энергии) поглощен  
сахаров стало извес  
В результате активно  
полости мешочка, пр



ворсинки хориона. (Функции отдельных «шлюзов» не однозначны.)

До сих пор неясно, сколько и каких веществ проникает через барьер без изменений и какие перерабатываются самим барьером. В результате плод синтезирует из тех и других соединения, специфические для него самого. Способность веществ проникать через барьер зависит от его толщины. Постепенно он становится тоньше, так как во многих ворсинках хориона исчезает внутренний слой покрова. Благодаря этому кровеносные сосуды плода оказываются ближе к истонченному покрову ворсинок.

Иногда проницаемость барьера меняется в результате какой-нибудь патологии. В норме она становится наибольшей к 35—36-й неделе беременности.

Вещества могут поступать к плоду по законам диффузии, то есть двигаться из раствора с большей концентрацией в сторону раствора, где их концентрация меньше. Они могут активно транспортироваться, или проникать с помощью пиноцитоза. Пиноцитоз — поразительное свойство плазматических мембран клеток. Они сами могут захватывать вещества, находящиеся снаружи. Мембрана образует небольшие выпячивания, которые окружают капельку наружной среды и потом смыкаются так, что эта капелька оказывается в клетке. Образовавшаяся при этом маленькая вакуоль погружается в более глубокие слои цитоплазмы, где ее содержимое обрабатывается ферментом.

Пиноцитоз, таким образом, — одна из форм активности клеточной мембраны, связанная с избирательным поглощением из растворов определенных веществ. Он позволяет объяснить быстрый перенос через плазматическую мембрану крупных водорастворимых молекул, например, белков и нуклеиновых кислот. Пиноцитоз требует затраты энергии. Возможно, «активный транспорт» веществ в некоторых случаях осуществляется путем пиноцитоза.

Клеточные мембраны могут использовать энергию для переноса определенных молекул в клетку или из клетки. Через мембраны клеток могут транспортироваться ионы различных химических элементов: калия, натрия, водорода, хлора и других. Об активном (требующем затраты энергии) поглощении клетками незаряженных молекул сахаров стало известно еще в 20—30-е гг. XX столетия. В результате активного переноса сахаров концентрация их в полости мешочка, приготовленного из стенки кишки крысы



или другого животного, может оказаться в 100 раз выше, чем в наружном растворе.

Тем или другим способом в клетках плода оказываются вещества, поступившие из материнского организма.

Через барьер транспортируется около 5,9 мг глюкозы в минуту (в расчете на 1 кг массы плода). К концу беременности количество транспортируемой глюкозы увеличивается до 18 мг в минуту (на ту же массу). Количество углеводов в плаценте все время меняется, что свидетельствует об интенсивности обмена. В начале беременности их больше, потом, в конце, — раз в десять меньше. Вначале в плаценте накапливается гликоген (она как бы выполняет роль печени). Когда в обмене углеводов начинает участвовать печень, в клетках печени гликогена становится в 40 раз больше.

Совместно с доктором биологических наук Г. Я. Видершайном (Москва, Институт биологической и медицинской химии АМН СССР) мы исследовали ряд ферментов в плаценте человека на разных стадиях развития плода. Нам удалось установить, что в плаценте ферменты, участвующие в углеводном обмене, активизируются гораздо раньше, чем это происходит в печени плода.

Все виды обмена между матерью и плодом идут через плаценту, то есть это — настоящая биохимическая лаборатория.

Большой практический интерес представляет изучение белкового обмена в плаценте. Дело в том, что весь период беременности — это единственный в природе случай, когда рядом сосуществуют организмы, разнородные по составу белков. Каким-то образом это происходит, вопреки закону биологической несовместимости. Скорее всего, тайна этого уникального явления заключена в особенностях тканей плаценты и зависит от их способности ликвидировать белковый конфликт.

Многие белки для плода синтезирует сама плацента, и наиболее интенсивен этот синтез на 3-м месяце беременности. Именно в это время растут и созревают ткани самой плаценты. В ее тканях есть достаточное количество ферментов, необходимых для этого синтеза. С увеличением срока беременности в крови плода парастает количество белка, но не достигает уровня их содержания в материнской крови. Причем в крови плода обнаружены белки из материнского организма. Однако барьер избирательно пропускает одни белки (с молекулярным весом до 12 000)

и задерживает больше. В результате белков-антител в создании его там становится достаточно по отношению к чумных эпидемий погибшей от «черной» новорожденных. Через барьер плаценты молекул жиров, и



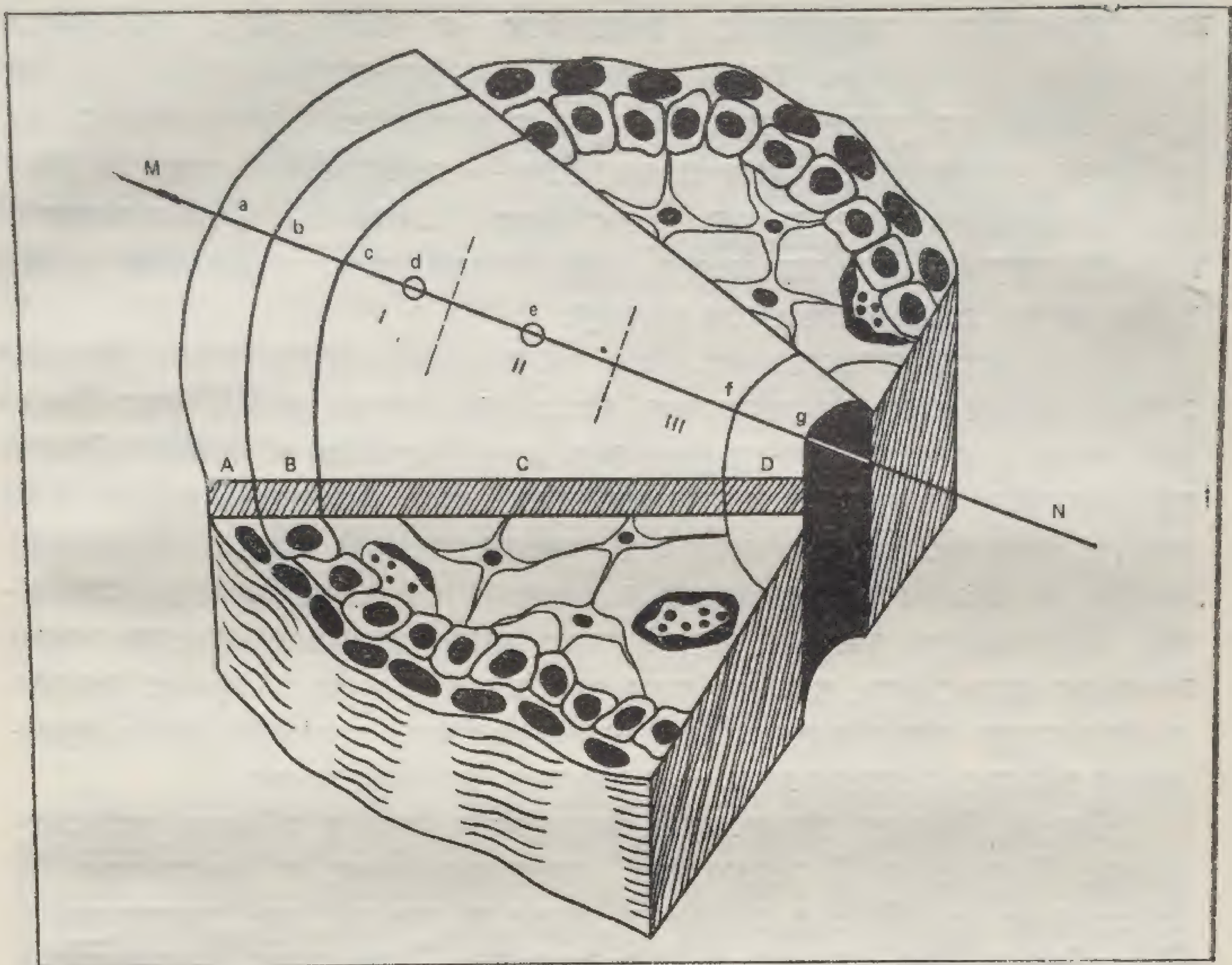


Схема плацентарного барьера плода человека 12-недельного возраста. Слева (M) — кровь матери, справа (N) — кровь плода. A, B, C, D — слои, разделяющие материнский и плодный кровотоки, которые называются плацентарным барьером; d, e, f, g — места наиболее типичного расположения кровеносных сосудов плода. Они формируют три зоны: I, II, III, которые зависят от расстояния между поверхностью ворсинки и кровеносным сосудом

и задерживает другие — те, молекулярный вес которых больше. В результате в крови плода скапливается много белков-антител (то есть таких, которые имеют значение в создании его иммунитета). К концу беременности их там становится даже больше, чем в организме матери. То есть к моменту рождения у ребенка уже создан иммунитет по отношению ко многим инфекциям. Из истории чумных эпидемий известно, что рядом с трупом матери, погибшей от «черной смерти», нередко находили здоровых новорожденных, к которым чума «не приставала».

Через барьер плаценты к плоду могут поступать осколки молекул жиров, которые образуются при расщеплении



материнских жировых веществ в плаценте. Отчасти жировые вещества плода могут синтезироваться в его организме из углеводов. Жиры принимают участие в выработке гормонов плаценты. Это — специфические гормоны, сохраняющие плод. Так как плацента расположена между двумя организмами, она поставляет гормоны и матери, и развивающемуся плоду.

В тканях плацентарного барьера содержится много микроэлементов. Например, кальция здесь в 100 раз больше, чем в мозгу. По-видимому, это связано с большой потребностью плода в кальции, так как он необходим для роста костей. Постепенно, с увеличением срока беременности в тканях плаценты повышается содержание железа. Возможно, ткани плаценты накапливают соединения железа для того, чтобы при его недостатке в крови плода направлять их к нему. То же, очевидно, происходит с другими микроэлементами — с медью и кобальтом.

Через барьер плаценты осуществляется обмен витаминами. Витамин С легко его преодолевает, а витамин А, напротив, вообще в готовом виде к плоду не поступает. Он образуется заново в его печени. Зато этот витамин в больших количествах накапливается в тканях плаценты. Здесь также имеются в больших количествах витамины Д и Е.

Плацента, помимо всего прочего, орган дыхания плода. Кислород из крови матери переходит в кровь плода через плацентарный барьер, а в противоположном направлении поступает углекислый газ. Эта роль плаценты чрезвычайно важна, так как плод очень чувствителен к недостатку кислорода. Дыхание плода регулируется структурами плацентарного барьера, но во многом зависит от насыщенности кислородом крови матери.

Роль плаценты столь значительна, что темп ее роста намного выше, чем у плода. В начале третьего месяца развития плод имеет массу всего 4 г, а плацента — 20—30 г. К концу беременности эти соотношения меняются: по сравнению с возрастом в 3 месяца, масса плода увеличивается в 800 раз, а плацента — в 15—20 раз. Во второй половине беременности поверхность плаценты с большим количеством кровеносных сосудов резко возрастает, в крови плода увеличивается количество эритроцитов и, соответственно, гемоглобина, который осуществляет транспорт кислорода. Создаются условия, помогающие повысить

интенсивность дыхания  
между матерью  
Кроме того, связан  
в то время, когда о  
ется кровотока в его  
питательных вещ  
В среднем в конце  
ний за 3 минуты, пр  
В крови плода в  
новорожденного, по  
родного голодания, т  
го значительно ниже  
атмосферным возду

Так как плацента  
каждая ее клетка име  
плода. Если исследо  
узнать о состоянии п  
Можно определить п  
плаценту назвали «ви  
Один из способов  
исследование околопло  
ны, в условиях опера  
анализа берут около 10  
можно найти клетки  
оболочки его ротовой  
ки, несмотря на разну  
ковые с плодом гены.

Поэтому если выра  
но в период клеточной  
и по ним сделать выво  
аппарате, или плод не  
Такая диагностика  
зрение, что может разв  
болезнью.

Хромосомы изучают,  
ток (чаще всего — лейко  
хорошо видны. С помо  
вать и сфотографировать  
их выявить чередующи  
их длине — диски. Ген



интенсивность дыхания даже несмотря на то, что газообмен между матерью и плодом в это время затрудняется.

Кроме того, снабжение плода кислородом улучшается в то время, когда он двигается, так как при этом ускоряется кровоток в его сосудах. Чем больше в его крови питательных веществ, тем энергичнее он себя ведет. В среднем в конце беременности плод делает 4—6 движений за 3 минуты, причем их частота возрастает к вечеру.

В крови плода в 4 раза меньше кислорода, чем в крови новорожденного, но, как правило, он не испытывает кислородного голодания, так как потребности в кислороде у него значительно ниже по сравнению с теми, кто дышит атмосферным воздухом и существует самостоятельно.

## 2. Диагнозы до рождения

Так как плацента развивается из клеток бластоцисты, каждая ее клетка имеет такой же набор генов, как клетки плода. Если исследовать хромосомы ее клеток, можно узнать о состоянии плода, о том, больной он или здоровый. Можно определить пол задолго до рождения. Поэтому плаценту называли «визитной карточкой плода».

Один из способов поставить диагноз до рождения — исследование околоплодной жидкости. С согласия женщины, в условиях операционной специальной клиники, для анализа берут около 10 мл околоплодной жидкости. В ней можно найти клетки кожных покровов плода, слизистой оболочки его ротовой полости, пуповины, мочи. Все клетки, несмотря на разную форму и размеры, имеют одинаковые с плодом гены.

Поэтому если выращивать эти клетки в культуре, можно в период клеточного деления изучить их хромосомы, и по ним сделать вывод, есть ли аномалии в хромосомном аппарате, или плод не страдает генетическими дефектами.

Такая диагностика проводится тогда, когда есть подозрение, что может развиваться ребенок с наследственной болезнью.

Хромосомы изучают, остановив процесс деления клеток (чаще всего — лейкоцитов) в тот период, когда они хорошо видны. С помощью микроскопа их можно зарисовать и сфотографировать. Специальное окрашивание помогает выявить чередующиеся светлые и темные полосы по их длине — диски. Гены слишком малы, и разглядеть



удается только самые крупные из них, да и то очень редко, лишь в электронном микроскопе. Фотографии генов — это сенсация в науке.

На определенных стадиях деления клетки вдоль многих хромосом в обычный микроскоп видны утолщения, узелки или диски, которые указывают на подразделение хромосом на отдельные гены. Схема дисков отражает схему расположения генов. Сочетание дисков специфично для каждой хромосомы, и если опытный цитогенетик замечает в них какие-нибудь перестройки, это может означать, что в генном аппарате имеются серьезные нарушения.

Цель таких исследований заключается в том, чтобы, выявив наследственную патологию плода, не допустить его рождения. Пока, к сожалению, не существует способов внутриутробного лечения дефектов хромосом.

Генетические болезни обмена веществ можно обнаружить, исследуя химический состав околоплодной жидкости. Анализ может показать отсутствие каких-нибудь ферментов. Если наследственная болезнь связана с полом (например, гемофилия, о которой мы рассказывали), до рождения можно установить пол ребенка по 23-й паре хромосом и предотвратить рождение гемофилика.

Если развивается девочка — у нее 23-я пара хромосом — XX — видна в микроскоп хорошо окрашивающаяся глыбка на периферии ядра каждой клетки, под ядерной оболочкой. Ее называют X-хроматином. Достаточно окрасить клетки специальным красителем, и X-хроматин покажет женский пол будущего ребенка.

Маленькие Y-хромосомы (напомним, что сочетание XY в 23-й паре хромосом определяет пол мальчика) видны в люминесцентный микроскоп как светящиеся тельца на фоне более тусклой зеленой окраски ядра, если их смотрят в ультрафиолетовых лучах.

Еще один метод выявления наследственной патологии, но уже после рождения, — исследование рисунков отпечатков пальцев, ладоней и подошв. Этим занимается дерматоглифика, сравнительно новая область медицинской генетики. Для установления личности преступника изучение рисунка отпечатка большого пальца руки давно уже используется криминалистами.

Одинаковых рисунков у двух разных людей (даже у однояйцевых близнецов) не существует. На этом принципе строят свои заключения криминалисты. Рисунок тонких линий кожи иногда отражает некоторые наслед-



ственные дефекты. Стоит смазать пальцы, ладонь или подошву типографской краской и приложить к бумаге, и рисунок может рассказать специалисту о некоторых отклонениях от нормы в состоянии здоровья ребенка или взрослого.

### 3. По законам Менделя

Путеводной звездой генетики называют законы, открытые Менделем. В науке, как и в жизни, порой случаются странные вещи. Живет человек, работает, работает вдохновенно, делает замечательное открытие, сообщает о нем — ноль внимания! Проходит много лет, человека уже нет, и вдруг наука открывает... человека вместе с его открытием. Никому до тех пор не известное имя становится всемирно знаменитым...

Имя подобной знаменитости — Грегор Мендель. Результаты его работы были опубликованы в статье «Опыты над растительными гибридами» в 1886 году, в почти неизвестном провинциальном издании — трудах Брюннского общества естествоиспытателей. Через 16 лет после его смерти, в 1900 году, независимо друг от друга три ботаника Корренс (Германия), Чермак (Австрия) и де Фриз (Голландия) «переоткрыли» эти законы, когда ими была обнаружена статья Менделя. После этого весь мир узнал о том, что наука о наследственности — генетика — уже существует.

Грегор Мендель родился в 1822 году в Гейцендорфе. Его отец был мелким землевладельцем из крестьян. Уже в сельской школе Мендель обратил на себя внимание учителей и ценою больших жертв со стороны семьи был переведен в другую, лучшую школу, а затем в гимназию. Один из учителей гимназии, августинский монах, уговорил Менделя постричься в монахи, соблазнив спокойной жизнью в монастыре, где без помех, не думая о хлебе насущном, можно было заниматься наукой. Мендель стал монахом в монастыре св. Фомы в Брюнне. В его обязанности входила педагогическая деятельность, и начальство монастыря решило командировать талантливого молодого монаха в Венский университет, где до 1853 года он изучал физику, математику и естественные науки. Вернувшись в Брюнн, Мендель стал преподавать в реальном училище. К этому периоду относится начало его знаменитых опытов



с горохом. В течение последующих восьми лет он скрещивал 22 разных его сорта, произвел 287 кропотливейших опытов над более чем 10 000 отдельных растений.

Он выбрал объектом исследований горох потому, что его сорта отличались один от другого постоянными, легко определяемыми признаками. Мендель скрещивал сорта, различающиеся по форме семян: гладкие и круглые с морщинистыми; по цвету горошин: зеленые с желтыми; по цвету кожуры стручка: белые с серыми в фиолетовую крапинку. Цвет кожуры был связан с окраской венчика цветка: у белых цветков формировались белые стручки, у красно-фиолетовых — серые с фиолетовыми крапинками.

После того, как скрещивание было осуществлено, он получил семена первого поколения гибридов. Мендель высеял их, и это первое поколение обнаружило любопытное свойство. Родительские признаки не перемешались — не было желто-зеленых горошин или розовых цветков. У всех гибридов один из родительских признаков отчетливо подавлял другой — доминировал.

В частности, желтая окраска семян подавляла зеленую, округлая форма их преобладала над морщинистой, фиолетово-красные цветки — над белыми.

Таким образом, после скрещивания двух сортов гороха с желтой и зеленой окраской горошин все первое поколение гибридов произвело желтые семена, зеленая окраска не проявилась.

На следующий год Мендель высеял эти семена, чтобы получить второе поколение гибридов. Результат поразительный: притаившийся, подавленный (рецессивный) признак вновь стал явным. Второе поколение оказалось разнородным: у  $\frac{3}{4}$  гибридов господствовала желтая окраска, у  $\frac{1}{4}$  — зеленая. Признаки «расщепились», причем строго закономерно, в отношении 3:1.

Один из первооткрывателей Менделя, австрийский ботаник Чермак, писал по этому поводу: «Общий результат опытов Менделя можно выразить так: это учение о закономерной неравносильности признаков по отношению к их унаследованию».

Далее Мендель высеял ту четверть гибридных семян, у которых была зеленая окраска, отдельно от сохранивших верность желтому цвету. Опять результат не менее поразительный: потомство зеленых производит на свет только зеленые семена, и это повторяется во всех последующих поколениях. Признак желтой окраски тут не при-

появилась в первом, как и  
рожа. Он бесследно исче-  
Что же произошло с  
ров? Одна из трех четв  
желтые семена. Оставши  
дов третьего поколения  
закономерности, согласи  
ства опять расщепились  
Суммируя сказанное  
гибридов, включая и вы  
на, можно сказать, что  
закономерности:

1	
желтые	половина данием же торая в по ниях дает

В следующих поколениях  
таким образом, гибрид бу-  
даться, возвращаясь к фо-  
отщепляя от себя чистые з  
так и в сторону матери. Сле  
совершенно независимы д  
фигуры, они могут вступ  
ные комбинации, причем  
яется определенным мат  
Значит, в некоторых мат  
дывать, какими родятся с  
отдельными наследственн  
рожа в каждом организме  
В случае с гибридными п  
образовании половых клет  
хромосом уменьшается, и в  
ку попадает представител  
знаки расщепились, и вто  
желтым, либо зеленым. Э  
да — закон расщепления



таился на время, как это было в первом поколении гибридов. Он бесследно исчез и никогда не появится вновь.

Что же произошло с оставшимися  $\frac{3}{4}$  желтых гибридов? Одна из трех четвертей произвела исключительно желтые семена. Оставшиеся  $\frac{2}{4}$  (то есть половина гибридов третьего поколения) последовали указанной выше закономерности, согласно которой признаки у ее потомства опять расщепились в отношении 3:1.

Суммируя сказанное обо всем третьем поколении гибридов, включая и высеянные отдельно зеленые семена, можно сказать, что признаки расщепились в такой закономерности:

1	2	1
зеленые	половина гибридов с преобладанием желтого признака, которая в последующих поколениях дает расщепление 3:1	желтые

В следующих поколениях повторится то же самое, и, таким образом, гибрид будет как бы постепенно вырождаться, возвращаясь к форме своих родичей, постоянно отщепляя от себя чистые экземпляры, как в сторону отца, так и в сторону матери. Следовательно, отдельные признаки совершенно независимы друг от друга. Словно шахматные фигуры, они могут вступать во всевозможные взаимные комбинации, причем число этих комбинаций подчиняется определенным математическим закономерностям.

Значит, в некоторых случаях можно заранее предугадывать, какими родятся гибриды. Признаки передаются отдельными наследственными факторами (генами), которые в каждом организме представлены парами.

В случае с гибридными семенами первого поколения гороха в них были гены и желтой, и зеленой окраски. При образовании половых клеток (делении, при котором число хромосом уменьшается вдвое, — мейозе) в каждую клетку попадает представитель только одного рода генов. Признаки расщепились, и второе поколение оказалось либо желтым, либо зеленым. Это и есть первый закон Менделя — закон расщепления признаков.



Отдельные признаки организмов не исчезают при скрещивании, а сохраняются в потомстве в том же виде, в каком они были у родителей. Расщепление каждой пары генов в мейозе происходит независимо от других пар генов, так что гены комбинируются в клетках случайным образом. Это можно было наблюдать в следующих поколениях гибридов гороха, в которых признаки расщепились независимо один от другого и образовали чистые линии. Это второй закон Менделя — закон независимого распределения генов.

Мендель сформулировал свои законы в 1865 году, когда еще не было ни малейшего представления о хромосомах и их поведении во время деления клетки. Проницательность ученого была поистине гениальной.

Лишь в 1902 году Т. Бовери, а в 1903 году В. Сэттон впервые указали на то, что поведение хромосом во время образования половых клеток представляет механизм, объединяющий оба закона наследственности, открытые Менделем. Сам Мендель, конечно, не мог предположить, что его законами во многих случаях можно будет объяснить наследственные болезни человека.

И формирование набора генов, и участие конкретной половой клетки в оплодотворении — дело случайное (по генетическим особенностям у человека возможно образование  $2^{23}$  сортов гамет). Поэтому сочетание родительских генов в потомке — тоже случайность, которая подчиняется теории вероятностей. Часто основные закономерности теории вероятностей иллюстрируют примерами известных игр. Например, вы подбрасываете монету и пытаетесь угадать, какой стороной она упадет на ладонь — «орлом» или «решкой». Так как всего в этой ситуации существует две возможности, то говорят о том, что для каждой стороны монеты вероятность равна  $\frac{1}{2}$ , или 50%. Если сделать модели монеты, с каждой стороны имеющие «орла», то тогда вероятность упасть вверх «орлом» всегда равна 100 процентам, а «решкой» — равна нулю, то есть второе событие произойти не может. Причем по теории вероятностей перед каждым подбрасыванием обычной монеты вероятность упасть «орлом» или «решкой» вверх сохраняется одной и той же, равной 50%, независимо от того, каковы были предыдущие результаты. И далее. Если происходят независимо и одновременно два события, то вероятность одновременного исхода равна произведению вероятностей каждого из ожидаемых событий в отдельности. Например, если



подбросить сразу две нормальные монеты, то вероятность того, что они обе упадут «орлом» или обе «решкой» равна  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ , то есть  $\frac{1}{4}$ , или 25 процентам.

Такие математические принципы лежат в основе появления признаков у потомства по законам Менделя.

Если какому-нибудь организму в наследие от родителей достались два совершенно одинаковых гена (например, два гена темной окраски волос), его называют гомозиготным, или «чистым», по данному признаку. Если он содержит один доминантный и один рецессивный ген, его называют гетерозиготным. Поэтому рецессивный ген — это ген, проявляющийся только в гомозиготном состоянии, а доминантный оказывает свое действие и в гомозиготном, и в гетерозиготном состоянии. Доминантный ген (ген темной окраски волос всегда доминирует) обозначают прописной буквой (все равно какой, допустим, В). Рецессивный (этого же признака, в данном случае — светлой окраски волос) — соответственно строчной буквой b.

Когда образуются гаметы у темноволосой женщины, гетерозиготной по этому признаку, хромосома с геном В и гомологичная ей хромосома с геном b попадут в разные яйцеклетки. Яйцеклетки никогда не получают оба гена одновременно. Если эти яйцеклетки будут оплодотворены сперматозоидом от темноволосого, гетерозиготного мужчины (половина из них содержит ген В, другая половина — ген b), то при оплодотворении возможны четыре комбинации гамет: ВВ, Вb, bВ и bb. Лишь в последнем случае проявит действие рецессивный ген светлой окраски. То есть у темноволосых гетерозиготных родителей в 25 процентах случаев может родиться ребенок со светлыми волосами.

Внешние видимые проявления наследуемых признаков у данного организма называют его фенотипом, а генетическая конституция, которую обычно записывают с помощью символов (букв), обозначающих гены, — генотипом. В нашем примере отношение генотипов потомков, согласно закону Менделя, можно записать так: 1 ВВ:2 Вb:1 bb.

Часто наследование какого-нибудь признака зависит от нескольких генов, и, наоборот, один ген может оказывать влияние на развитие разных признаков. В первом случае организмы не удастся хорошо разграничить на два разных типа. Может случиться, что сцепятся гены, лежащие в одной хромосоме. Особенно сильно сцепляются гены, лежащие по соседству. Но чем дальше они расположены



друг от друга в хромосоме, тем слабее связь между ними и тем независимее друг от друга они наследуются. Гены способны «переходить» из одной хромосомы в другую, когда во время деления клеток, ведущего к образованию гамет (мейоза), хромосомы попарно сближаются друг с другом. Это явление было открыто в начале нашего века американским ученым Томасом Морганом и названо им кроссинговером, так как в это время происходит перекрещивание хромосом.

Кроссинговер может быть двойным и тройным. Бывает даже так, что четыре хроматиды (половинки гомологичных, то есть одинаковых хромосом) устраивают своеобразный «танец», принимая участие в кроссинговере. Без этого явления гены не смогли бы рекомбинироваться в зиготах, начинающих новые поколения.

Наследование групп крови происходит по законам Менделя, и каждая группа крови (если исходить из четырех классических групп: I, II, III и IV) зависит от сочетаний разных генов в зиготе. Посмотрим, как это происходит.

#### 4. С кем мы в кровном родстве?

Решение старой проблемы переливания крови помогло узнать об ее разных группах и характере их наследования. С давних времен было известно, что попытки переливать кровь от одного человека другому (от донора — к реципиенту) часто кончались трагично — реципиент погибал.

Только в начале нашего века австрийский врач Карл Ландштейнер сумел объяснить, в чем тут дело. Он обнаружил, что кровь людей неоднотипна и ее можно разделить на четыре основные группы. Их обозначают цифрами (I, II, III, IV) или, соответственно, символами O, A, B, AB. Различие в группах крови зависит от того, что в ней содержатся разные белки. В ее плазме (жидкой части, где во взвешенном состоянии находятся клетки крови — лейкоциты и эритроциты и др.) есть белки-антитела. В эритроцитах находятся другие белки-антигены. Каждый белок-антитело «враждебен» какому-то «телу» (как это ясно из буквального смысла слова «антитело»). Если на предметном стекле микроскопа смешать две капли крови от двух, несовместимых по группам крови людей (в одной

капле — антигеном —  
глазом увидят  
ность» к антигеном  
мочки, кровь с  
которым пере  
эритроцитов  
нарушая крово  
разно назвал е  
мально циркули  
Плазма кро  
В плазме крови  
ме группы O (I  
в плазме крови  
Поэтому чело  
вать любую кро  
как в плазме кр  
A и B, его кров  
нечно, самой O-г  
Это — универ  
К группам O  
чтобы не случил

Но эта схема оче  
с тем, что были  
Q, L и т. д.) и в  
50 антигенов (на  
в четырех разном  
ствует несколько  
людей. Символ  
группы нет анти  
в ней есть белок  
Белки-антигены  
тали «редкими ф  
эритроцитах до  
роковую роль. Об  
скоро расскажем.  
четыре группы  
отвечающие за их



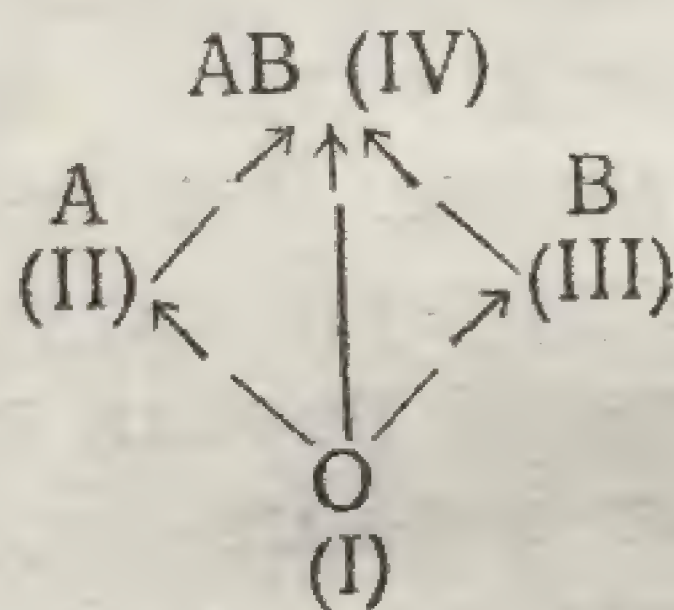
капле — антиген, в другой — антитело), можно простым глазом увидеть, как антитело проявит свою «враждебность» к антигену: оно попросту склеит эритроциты в комочки, кровь свернется. Понятно, почему погибали люди, которым переливали несовместимую кровь — комочки эритроцитов закупоривали кровеносные сосуды, сильно нарушая кровообращение. Кровь — река жизни, как образно назвал ее один из исследователей, — не могла нормально циркулировать.

Плазма крови группы А содержит анти-В-антитела. В плазме крови группы В есть анти-А-антитела. В плазме группы О (I группы) есть и те и другие антитела, зато в плазме крови группы АВ антител нет совсем.

Поэтому человеку с IV группой (АВ) можно переливать любую кровь — это универсальный реципиент. Так как в плазме крови человека с группой О нет антигенов А и В, его кровь годится для переливания другим (и, конечно, самой О-группе).

Это — универсальный донор.

К группам О, А и В надо подбирать донорскую кровь, чтобы не случилось беды. Схемой это можно выразить так:



Но эта схема очень упрощена. И вот в чем дело. В связи с тем, что были открыты другие белки крови (М, N, P, Q, L и т. д.) и в эритроцитах человека обнаружили более 50 антигенов (например, только антиген А существует еще в четырех разновидностях:  $A_1$ ;  $A_2$ ;  $A_3$  и  $A_4$ ), сейчас существует несколько систем, по которым различают кровь людей. Символ О, показывающий, что в крови первой группы нет антигенов А и В, теперь говорит о том, что в ней есть белок О — тоже антиген.

Белки-антигены помимо классических А и В долго считали «редкими факторами крови». Однако наличие их в эритроцитах доноров при переливании может сыграть роковую роль. Об одном из таких «редких факторов» мы скоро расскажем. Здесь же посмотрим, как наследуются четыре группы крови, соответственно обозначив гены, отвечающие за их передачу: О, А, В, АВ.



Обычно гены А и В доминируют, ген О — рецессивен, поэтому в присутствии А и В он себя не проявляет. Человек с первой группой крови всегда гомозиготен — ОО. Человек со второй группой может быть гомозиготным — АА или гетерозиготным — АО. Тот, у кого третья группа, может быть либо гомозиготным — ВВ, либо гетерозиготным — ВО. Владелец четвертой группы всегда гетерозиготен — АВ. Гены А и В по отношению друг к другу равноправны, ни один из них не подавляет другой.

От родителей ребенок получает по одному гену данного признака. Сочетание этих генов и определит его группу крови. Если у отца первая группа крови, то его гены всегда ОО. Предположим, что у матери — вторая группа, тогда ее гены АА или АО. То есть отец может передать ребенку только ген О, а мать — ген А или ген О. Следовательно, у ребенка может быть сочетание генов АО или ОО. Значит, вероятность рождения ребенка с первой группой крови составляет 50 процентов, и со второй — столько же.

Создается впечатление, что группа крови наследуется либо от отца, либо от матери. Однако в действительности это не так — наследуются только гены, а группа крови определяется их сочетанием. Это легко пояснить на примере. Представьте себе другую ситуацию: у одного из родителей (все равно у кого) первая группа, а у другого — четвертая. Ясно, что от первого родителя ребенок всегда получит ген О, а от второго — либо А, либо В. В первом случае ребенок родится со второй группой (АО), а во втором — с третьей (ВО), то есть он не унаследует ни одну из групп крови родителей, а создаст свою собственную. Такой же результат получится, если у родителей вторая и третья группы крови — АО и ВО. 25 процентов вероятности, что у ребенка будет первая группа (ОО), столько же возможностей получить четвертую группу (АВ), но может быть и вторая, и третья группы (АО и ВО).

Влияет ли группа крови на здоровье человека? Существует ли какая-нибудь зависимость наследования с группой крови других признаков?

Заметили, что у родителей с разными группами крови чаще рождаются нежизнеспособные дети. «Статистика доказывает, что у людей с группой О чаще бывает язва двенадцатиперстной кишки (Англия, Дания, Норвегия, Австрия, США и Япония), с группой АВ — рак и язва желудка



(Англия, Дания, Швейцария, Италия, США и Австралия)»<sup>1</sup>.

Но поменять свою группу крови на другую невозможно, даже если этого очень хотелось бы. Группа крови — отличительная черта, данная каждому раз и на всю жизнь.

Биологические особенности крови характерны не только для каждого человека, но и для целых человеческих популяций, населяющих одну территорию. Частота распределения групп О, А и В на данной территории в сумме дает 100 процентов. Понятно поэтому, что чем меньше будет людей с одной группой, тем больше — с другой. Но есть общая закономерность, выявляющаяся в разных местностях: численность людей с группами крови А и В не превышает 50 процентов. Исключением является группа О: в некоторых племенах южноамериканских индейцев, которым удалось избежать смешения, население с этой группой составляет 100 процентов. Ген В чаще всего встречается у жителей восточных районов Центральной Азии, достигая максимума в Гималаях — 25—30 процентов. В Австралии он обнаружен только у 5 процентов людей. На юге Австралии реже встречается ген О, зато до 40 процентов и выше составляет ген А.

Ген А имеется у многих европейцев, но отсутствует или редок в Южной и Центральной Америке. В Северной Америке он выявлен у более чем 25 процентов индейцев ряда племен. Только у 4 процентов европейцев четвертая группа крови — АВ. Структура антигенов не меняется на протяжении тысячелетий. «Американский ученый Бойд исследовал человеческие останки, вырытые антропологами из старых могил Мексики, Перу и Египта, и установил, что почти всех людей, населявших в древности эти страны, согревала кровь группы В»<sup>2</sup>.

Оказалось, что люди «в кровном родстве» с некоторыми животными. Антиген А был найден в эритроцитах свиней и баранов; антиген В (близкий по составу к человеческому) — в крови кролика. В семенах лимской фасоли и других растений есть вещества, сходные с защитными антителами животных.

Антигены, от которых зависят группы крови, есть во многих других тканях организма (кроме мозга и нервных

<sup>1</sup> И. Акимущкин. Занимательная биология. М., Молодая гвардия, 1972, с. 181.

<sup>2</sup> Там же, с. 183.



клеток. Мышцы сердца человека, обезьяны, быка, курицы, ежа, ужа и лягушки содержат одинаковый антиген. То же с антигенами хрусталика глаз многих животных. Антигены наших волос родственны антигенам копыт и рогов копытных.

Каждому антигену соответствует антитело. Такую систему «антиген — антитело» часто называют по фамилии (или по ее первой букве) того, в чьей крови она была открыта. Широко известна система «резус». Это как раз и есть тот «редкий фактор», о котором мы собирались рассказать.

### 5. Макаки резус и желтые младенцы

Ближайшие наши братья по крови — обезьяны. У одного из видов макаки, *Macacus Rhesus*, в эритроцитах был обнаружен белок, аналогичный такому же у человека. Белок назвали в честь макаки «резус-фактором», или Rh-фактором, по первым двум буквам ее видового названия. Открытие этого белка-антигена принадлежит двум американским ученым — А. Винеру и уже известному нам К. Ландштейнеру — и относится к 1940 году. (К этому времени К. Ландштейнер уже стал американским ученым.) Оказалось, что Rh-фактор есть в крови примерно 85 процентов людей земного шара, которые благодаря этому получили название «резус-положительных» (Rh<sup>+</sup>). Но у 15 процентов людей этого антигена нет, их назвали «резус-отрицательными» (Rh<sup>-</sup>). Таким образом, оказалось, что все люди разделены еще на две группы крови, и это объяснило неудачи переливания совместимых групп, когда все необходимые правила соблюдались, но все же иногда наступали тяжелые осложнения и даже смерть.

Выяснилось, что в плазме крови резус-отрицательных людей нет антител против резус-фактора, и им можно спокойно переливать Rh<sup>-</sup> кровь. Но если им перелить даже небольшие количества Rh<sup>+</sup> крови, то у них по отношению к антигену Rh начнут вырабатываться антитела. Если переливание такой крови будет однократным, ничего страшного не произойдет. Но повторное переливание Rh<sup>+</sup> крови человеку, у которого уже появились антирезус-антитела, приведет к тяжелым осложнениям: эритроциты донорской крови быстро разрушатся.

Rh-фактор наследуется, наследуются также и другие факторы крови. Rh-фактор обозначается «г» или «rh». Rh-фактор может быть либо гомозиготным (RhRh), либо гетерозиготным (Rhrh). Резус-отрицательный гомозиготный (rr) и гетерозиготный (Rr) родители могут иметь резус-отрицательного ребенка. Это происходит потому, что каждый родитель имеет по одному гену rh. Вероятность рождения ребенка в этом случае, когда оба родителя резус-отрицательны, составляет 100%. У резус-отрицательной женщины, вынашивающей резус-положительного ребенка, может возникнуть резус-положительная кровь.

Есть страны, где резус-отрицательная кровь распространена. Для будущих родителей важно знать свою принадлежность к Rh-фактору. Если Rh<sup>-</sup> женщина вынашивает будущего ребенка, который будет резус-отрицательным, то он будет резус-положительным.

Как известно, кровь матери и крови ребенка не смешиваются. Но если Rh<sup>-</sup> женщина вынашивает Rh<sup>+</sup> ребенка, то в крови матери появляются антитела, которые могут проникнуть в кровь ребенка и вызвать осложнения. Это происходит в основном при первом и последующих беременностях.

Совсем недавно женщины, вынашивающие Rh<sup>+</sup> ребенка, подвергались лечению с помощью плазмы крови. Это лечение было очень эффективным, но сейчас оно не применяется.

Генотип — конституция.



Rh-фактор наследуется строго по законам Менделя, вернее, наследуются гены, определяющие синтез (или отсутствие синтеза) белка Rh. Ген отсутствия этого признака обозначается «rh». Резус-фактор является доминантным признаком. Поэтому резус-положительные люди могут быть либо гомозиготными (RhRh), либо гетерозиготными (Rh<sup>+</sup>rh). Резус-отрицательный человек имеет рецессивный гомозиготный генотип<sup>1</sup> rh<sup>-</sup>rh<sup>-</sup>. Иногда у резус-положительных родителей может родиться резус-отрицательный ребенок. Это произойдет тогда, когда родители гетерозиготны и от каждого из них ребенок получит по рецессивному гену rh<sup>-</sup>. Вероятность рождения rh<sup>-</sup>отрицательного ребенка в этом случае составляет 25 процентов, то есть признак наследуется в отношении 3:1, по закону Менделя. У резус-отрицательных родителей никогда не может родиться резус-положительный ребенок.

Есть страны, где почти все население резус-положительное (например, в Африке, Японии, у индейцев Америки). У испанских басков, как правило, резус-отрицательная кровь. Предполагают, что резус-отрицательная кровь распространена среди народов Кавказа.

Для будущих детей резус-отрицательных женщин принадлежность к этой группе крови таит большую опасность. Если Rh<sup>-</sup> женщина забеременеет от Rh<sup>+</sup> мужчины, то будущий ребенок может быть Rh<sup>+</sup> или Rh<sup>-</sup>. Если он будет резус-отрицательный, то все будет хорошо. Но если он будет резус-положительным, то произойдет следующее.

Как известно, плод и мать обмениваются компонентами крови через плаценту. Антигены Rh<sup>+</sup> от плода станут поступать в Rh<sup>-</sup> кровь матери, в результате чего в крови матери появятся антирезус-антитела, которые неизбежно возвратятся в кровь плода, разрушат его эритроциты, костный мозг и другие ткани. Но так как эти антитела образуются в относительно поздние сроки беременности, то при первой беременности их будет мало, и они не успеют серьезно повредить ребенку. Поэтому обычно первый ребенок у Rh<sup>-</sup> женщины рождается здоровым.

Совсем другой финал может наступить при второй и последующих беременностях, если опять плод будет Rh<sup>+</sup>: антирезус-антитела станут быстро возникать в крови мате-

<sup>1</sup> Г е н о т и п — сумма всех генов организма, наследственная конституция.



ри, количество их будет увеличиваться, так как часть их уже есть от предыдущих беременностей. Плод либо погибнет до рождения, либо родится больным гемолитической болезнью новорожденных (эритробластозом). Это заболевание характеризуется малокровием (анемией), общим отеком, поражением центральной нервной системы, желтизной кожных покровов. Если не применить экстренные меры, такие новорожденные погибают в первые 2—3 дня после рождения.

Каким образом удастся спасти желтушного ребенка? В 1946 году американские ученые Валлерштейн, Винер и Вэкслер впервые спасли новорожденного, обреченного на смерть.

Им удалось заменить ему кровь. В самые ближайшие часы после рождения (не позже суток) они перелили ему 500—750 мл резус-отрицательной донорской крови, то есть 200—300 процентов объема по отношению ко всему объему крови ребенка.

Новорожденный был спасен. Этим методом спасли уже многих детей. После такого переливания состояние ребенка сразу улучшается, и он может полностью выздороветь. Опасность, которая грозит резус-отрицательной матери, заключается еще и в том, что если хотя бы раз она родила резус-положительного ребенка, она уже имеет в своей крови антирезус-антитела. Поэтому (если требуется) ей можно переливать донорскую кровь только Rh<sup>-</sup> группы. Если женщине Rh<sup>-</sup> группы хотя бы однажды переливали кровь Rh<sup>+</sup> группы, при повторном переливании такой же крови у нее могут развиваться тяжелые осложнения, нередко оканчивающиеся смертью. Чем больше будет перелито Rh<sup>+</sup> крови человеку резус-отрицательному (мужчине или женщине — безразлично), тем тяжелее могут быть последствия.

От 10 до 13 процентов всех браков заключается между Rh<sup>+</sup> и Rh<sup>-</sup> людьми. Частота гемолитической болезни новорожденных по отношению ко всем бракам — 0,3—0,7 процента, сравнительно низкий процент, который объясняют тем, что не все женщины с Rh<sup>-</sup> кровью одинаково чувствительны к Rh<sup>+</sup> антигенам плода. Заметная ответная реакция возникает у одной из 15—20 беременных. Почему это так, до сих пор не ясно. Ответную реакцию материнского организма усиливают предыдущие беременности и аборт (если плод был Rh<sup>+</sup>) и, как уже говорилось, имевшие место переливания Rh<sup>+</sup> крови.

Гемолитическая  
случае, если плод  
Это бывает тогда,  
ните, группа крови  
Описаны Rh<sup>+</sup> сем  
рождались дети  
случаях дети стр  
желтуху легко, в д  
нием центральной

О том, как част  
ма разноречивые  
новорожденного  
третьи — у одного  
чае сейчас каждая  
как заранее опред

Рассказ о нас  
чим таблицей, н  
крови может уна

Комбинации г  
пу крови, отли  
подчеркнуты.

Группа крови матери		
	I, 00	
I, 00	I, 00	
II, AA	II, AO	
II, AO	I, 00 II, AO	
III, BB	III, BO	



Гемолитическая болезнь может возникать и в том случае, если плод и мать совместимы по резус-фактору. Это бывает тогда, когда у матери О группа. Как вы помните, группа крови О с другими группами несовместима. Описаны  $Rh^+$  семьи, в нескольких поколениях которых рождались дети с гемолитической желтухой. В разных случаях дети страдали по-разному, иногда переносили желтуху легко, в других случаях очень тяжело, с поражением центральной нервной системы.

О том, как часто встречается это заболевание, есть весьма разноречивые данные. Одни авторы пишут, что у одного новорожденного на 1 000, другие — у трех на 7 000, третьи — у одного на 437 или даже на 150. Во всяком случае сейчас каждая мать может быть предупреждена, так как заранее определяются группы крови.

Рассказ о наследственных факторах крови мы закончим таблицей, наглядно показывающей, какую группу крови может унаследовать ребенок от своих родителей.

Комбинации генов, которые определяют у ребенка группу крови, отличающуюся от материнской, в таблице подчеркнуты.

Возможные варианты наследования группы крови плодом при разнообразных сочетаниях групп крови родителей

Группа крови матери	Группа крови отца					
	I, OO	II, AA	II, AO	III, BB	III, BO	IV, AB
I, OO	I, OO	II, <u>AO</u>	I, OO II, <u>AO</u>	III, <u>BO</u>	III, <u>BO</u> I, <u>OO</u>	II, <u>AO</u> III, <u>BO</u>
II, AA	II, AO	II, AA	II, <u>AA</u> II, AO	III, <u>AB</u>	II, AO IV, <u>AB</u>	II, <u>AA</u> IV, <u>AB</u>
II, AO	I, <u>OO</u> II, <u>AO</u>	II, AO II, <u>AA</u>	II, <u>OO</u> II, <u>AO</u> II, <u>AA</u>	III, <u>BO</u> IV, <u>AB</u>	I, <u>OO</u> II, <u>AO</u> , IV, <u>AB</u> III, <u>BO</u>	II, <u>AA</u> II, <u>AO</u> , IV, <u>AB</u> III, <u>BO</u>
III, BB	III, BO	IV, <u>AB</u>	III, BO IV, <u>AB</u>	III, BB	III, BO III, BB	III, BB IV, <u>AB</u>



Группа крови матери	Группа крови отца					
	I, OO	II, AA	II, AO	III, BB	III, BO	IV, AB
III, BO	I, <u>OO</u> III, <u>BO</u>	II, <u>AO</u> , IV, <u>AB</u>	I, <u>OO</u> II, <u>AO</u> III, <u>BO</u> IV, <u>AB</u>	III, <u>BO</u> III, <u>BB</u>	I, <u>OO</u> III, <u>BO</u> III, <u>BB</u>	II, <u>AO</u> , III, <u>BB</u> III, <u>BO</u> IV, <u>AB</u>
IV, AB	II, <u>AO</u> III, <u>BO</u>	II, <u>AA</u> IV, <u>AB</u>	II, <u>AO</u> III, <u>BO</u> III, <u>AA</u> IV, <u>AB</u>	III, <u>BB</u> IV, <u>AB</u>	II, <u>AO</u> III, <u>BO</u> IV, <u>AB</u> III, <u>BB</u>	II, <u>AA</u> IV, <u>AB</u> III, <u>BB</u>

## 6. Генетика человека

Мальчик или девочка? Как хочется заранее получить ответ на этот вопрос в семье, где уже есть дочь и жаждут сына или, наоборот, где два-три братика ждут сестричку. Но главные волнения не об этом: кто бы ни родился, сын или дочь, — был бы здоровым.

Плацентарный барьер становится на пути к радостной и здоровой жизни первым барьером, который надо преодолеть. О неприятностях, связанных с несовместимостью крови, мы рассказали. Могут быть и другие препятствия к нормальной и здоровой жизни ребенка. По ряду стран существует весьма печальная статистика. Например, в США из 5—10 миллионов зачатий половина завершается гибелью эмбрионов на ранних стадиях развития. Из 3,2 миллиона эмбрионов, достигших 20-недельного возраста, около 40 000 погибает, не успев родиться. Почти такое же количество новорожденных умирает в первый месяц после рождения от того, что они родились с какими-нибудь отклонениями в развитии тканей, органов или систем. Примерно 40 000 новорожденных остаются жить с врожденными пороками, которые иногда можно лечить. Каждый год рождается не менее 90 000 умственно отсталых детей и 150 000 детей, которые будут с трудом учиться. Они дополнят и без того тревожную картину судьбы будущих американцев. В чем же причина этих несчастий? Отчасти — в дефектных генах, передающихся по наследству.

В настоя  
ют какие-ли  
Каждый здо  
клеток соде  
себя никак  
наследствен  
ся на свет. З  
утробного ра  
голову: отку  
гические осо  
наследствен  
в поведении  
не было ли  
дионных или

На вопро  
тался ответи  
«Теории спос  
мьях шестив  
сына также  
гермафродит  
века форми  
исключитель  
пальцев, сто  
нельзя убед  
ется причина  
это действит  
ность механи  
за этими фак  
сложившееся  
части тела я  
бриона или  
Он приводит  
ваны ноги и  
роченным но  
пые, горбаты  
тела поражен  
вых и неповр  
В XVIII  
чить наследс  
нах тогда и р  
рых болезней  
ровых родите  
быстро потем  
было 6 сынов



В настоящее время около 6 процентов всех людей имеют какие-либо отклонения от биологической нормы. Каждый здоровый человек в хромосомном аппарате своих клеток содержит не менее 12 дефектных генов, которые себя никак не проявляют. Вместе с тем известны сотни наследственных болезней, с которыми ребенок появляется на свет. Значит, они возникли еще в период внутриутробного развития. И тогда родители начинают ломать голову: откуда бы это могло быть? Анализируют биологические особенности своего организма, считая себя, свою наследственность виновной в этом. Порой ищут причину в поведении женщины во время беременности, вспоминают, не было ли у нее испуга, физических перегрузок, инфекционных или иных болезней.

На вопрос: где причина врожденных болезней? — пытался ответить еще Каспар Фридрих Вольф. Он писал в «Теории способности передачи потомству», что «... в семьях шестипалых шестипалый отец производит на свет сына также шестипалого или от гермафродита родится гермафродит». И если принять во внимание, что «...у человека формируется пять пальцев, две руки и две ноги исключительно потому, что у родителей было столько же пальцев, столько же рук и столько же ног...», то разве нельзя убедиться, что «именно структура родителей является причиной структуры потомства»? На первый взгляд это действительно так. Но Вольф уже тогда понимал сложность механизма передачи признаков потомству, ибо вслед за этими факторами он анализирует и другие, критикуя сложившееся неверное представление о том, что «сами части тела являются причиной формирования частей эмбриона или имеют влияние на эти формирующиеся части». Он приводит такие доводы: «Люди, у которых ампутированы ноги и кисти рук или полностью руки, люди с укороченным носом или какой-либо другой частью тела, слепые, горбатые, люди, у которых какие-нибудь другие части тела поражены болезнями, тем не менее рожают здоровых и неповрежденных детей».

В XVIII веке русский академик еще не мог разграничить наследственные и ненаследственные болезни. О генах тогда и речи не было. Однако о наследовании некоторых болезней было известно давно. Так, в 1716 году у здоровых родителей родился Эдвард Ламберт, кожа которого быстро потемнела, а затем покрылась чешуйками. У него было 6 сыновей тоже с кожей дикобраза, причем признак



повторялся в шести последующих поколениях у мальчиков. История знает передачу по наследству врожденной ночной слепоты, которую наследовали на протяжении многих поколений 134 потомка одного знатного рода.

Существовало предание, что сифалангию (сращивание суставов пальцев), прослеженную на протяжении длительного времени в некоторых родах, происходящих от знаменитого полководца Столетней войны Джона Тальбота, потомки унаследовали именно от него. При ремонте гробницы Тальбота в 1917 году удалось доказать, во-первых, что находящийся в ней скелет действительно принадлежал знаменитому полководцу, так как на нем обнаружили следы предсмертных ранений, полученных им под Шатильоном и описанных в хрониках того времени. Во-вторых, на скелете была найдена сифалангия, которая передавалась по наследству на протяжении 14 поколений.

Описано множество болезней, стойко передающихся по наследству. Среди них — глухонмота, подагра, шизофрения, некоторые формы диабета, мраморная болезнь (ломкость костей), альбинизм (бесцветные кожа, волосы, розовые глаза, радужные оболочки которых лишены красящего пигмента, благодаря чему просвечивающие кровеносные сосуды делают их розовыми), раннее поседение и лысение и многие другие.

Если болезнь новорожденного была вызвана воздействием на организм плода каких-нибудь неблагоприятных факторов внешней среды, она считается приобретенной. Если она обусловлена дефектными генами родителей — наследственной.

Для новорожденного безразлична причина возникновения его болезни. Но родителям ее знать необходимо. Ведь если патология наследственная, она может повториться у будущих детей. Всегда ли? И на этот вопрос во многих случаях уже найден ответ.

Согласно первому закону Менделя, у первого поколения гибридов вероятность появления гетерозиготы (организма, объединившего гены разных признаков двух родителей, способного потом дать несколько типов генетически различных половых клеток) равна 100 процентам. Вероятность того, что гибриды будут обладать доминантным признаком, также равна 100 процентам. (Вспомните, как преобладали гены А и В в сочетаниях АО и ВО групп крови ребенка. На этом примере было хорошо видно, что

вероятность появления (гена О) равнялась 50%.  
Иначе выглядело бы гибридное поколение. Оно проявило бы рецессивный признак, а в потомстве содержались бы оба гена. Менделю удалось доказать, что у гибридов, полученных из родителей, обладающих доминантным признаком, вероятность появления рецессивного признака равна 25%. (три четверти потомства будут обладать доминантным признаком, одна четверть — рецессивным). Но не все так просто, как кажется. Дело касается людей. У человека, как и у всех животных, законы Менделя действуют. Но у человека, как и у всех животных, есть еще один фактор — среда. Человек — существо социальное. Его жизнь зависит от среды. Среда влияет на человека. Человек влияет на среду. Это взаимодействие называется социальным. Человек — существо социальное. Его жизнь зависит от среды. Среда влияет на человека. Человек влияет на среду. Это взаимодействие называется социальным. Человек — существо социальное. Его жизнь зависит от среды. Среда влияет на человека. Человек влияет на среду. Это взаимодействие называется социальным.



вероятность появления скрытого, рецессивного признака (гена О) равнялась нулю.

Иначе выглядит прогноз в отношении потомства второго гибридного поколения: у внуков в 25 процентах случаев проявится один доминантный ген, в 25 процентах — рецессивный, а в 50 процентах хромосомы внуков будут содержать оба гена, то есть будут гетерозиготны. (Помните, у Менделя 1:2:1.) У 50 процентов гетерозиготных внуков когда-нибудь родятся правнуки. У них интересующие нас признаки будут наследоваться в отношении 3:1 (три четверти потомков унаследуют доминантный ген, и одна четверть — рецессивный). Вроде бы все легко и просто, но не все так хорошо укладывается в схему, когда дело касается людей. Частота проявления действия генов у человека оказалась менее 100 процентов. Если же по законам Менделя ожидается, что ген проявится у половины потомков, то лишь половина от этой половины потомков, имеющих этот ген, будет обладать признаком, им определяемым.

Человек многим отличается от других живых существ, прежде всего — развитием мозга и зависимостью от социальной среды. Поэтому возникла ветвь генетики — медицинская генетика, или генетика человека, учитывающая все достижения современной науки и все особенности объекта *Homo sapiens*.

С людьми нельзя поступать так, как с разными сортами гороха, — метод гибридизации здесь неприемлем. У исследователя наследственных болезней есть другие способы. Так, из многих семей он может отобрать такие, в которых прослеживается наследование (не обязательно заболевания) любого признака, отличающего эту семью от других.

Например, несколько членов Габсбургской династии королей имели выступающую нижнюю челюсть и особым образом измененную нижнюю губу.

Наследование этих признаков было изучено очень тщательно, и результаты, вместе с историческими портретами, опубликованы Императорской академией, находившейся под покровительством самой семьи Габсбургов. Присмотревшись к портрету члена семьи XIV века и к портрету потомка, жившего в XIX веке, можно видеть, что этот признак передавался из поколения в поколение сквозь столетия и воспроизводился в точности.



(Маленькая историческая справка: германские короли династии Габсбургов правили до 1806 г. так называемой Священной Римской империей германской нации, Испанией — с 1516 до 1700 г., Австрийской империей — с 1804 г., Австро-Венгрией — с 1867 по октябрь 1918 г. Первый император этой династии — Рудольф I — царствовал с 1273 по 1291 г. Последний — Карл I — правил всего два года (1916—1918) и был свергнут национально-освободительным и рабочим движением в Германии 1918 г.)

...Сложность генетических исследований среди людей заключается в том, что далеко не все хранят портреты своих предков с десятого (или дальше) колена и даже не знают ни фамилий, ни имени их. Исследования требуют большого времени и создают необходимость изучать многих людей.

Так как в основном исследования родословной строятся на рассказах о родственных связях, они не всегда бывают точными. Да и в некоторых семьях дети могут не знать, что их воспитывал приемный отец или приемная мать.

Даже многодетные семьи не обладают достаточным материалом, чтобы можно было делать выводы о наследовании того или иного признака. И все же изучение наследственных болезней у трех поколений одной семьи (иногда удается анализировать и четвертое — правнуков) позволяет судить о том, является ли болезнь наследственной или возникла под влиянием факторов окружающей среды. С этой же целью выявляют одинаковые признаки у близнецов. У однояйцевых близнецов, развившихся из одной зиготы, — одинаковый набор генов. Поэтому их общие признаки почти всегда имеют наследственную природу. Если у таких близнецов существуют различия, их объясняют влиянием факторов окружающей среды.

Близнецы — самый настоящий клад для генетики. Недаром в годы второй мировой войны близнецов берегли как государственное сокровище в оккупированной немцами Дании и в Швеции. Реестр датских и шведских близнецов охранялся, как золотой фонд. Сравнивая, как и чем они болеют, как реагируют на лекарства, как ведут себя при разных обстоятельствах, можно выяснить, что наследственно, а что может изменяться под влиянием среды. Так как у разнояйцевых близнецов гораздо меньше общих генов, интересно для выявления наследственных болезней сравнивать их с однояйцевыми.

Как пра  
характер на  
поколениях  
определени  
области ген  
вается не т  
Однако

го доминан  
зовьется ма  
тена, отвеча  
бенка буду  
нирует.

Точно та  
короткие па  
различать п  
пота»), зна  
мальном ту  
челюсть (в  
холестерина  
приросшая  
бочкой, бол  
крупный  
волосы с ме  
раннее обл  
нии, смугла  
рукость, со  
музыкальни

Рецессив  
тонкий бол  
глаза, сахар  
ная острота  
бородок, в  
дение воло  
вые зубов  
череп, отсу  
альт у же  
хота.

Около 9  
денца с м  
ледственно  
наборе, вкл  
До поры до  
бы притай  
всего это



Как правило, медицинский генетик может проследить характер наследования признаков лишь в одном или двух поколениях, так как его собственная жизнь ограничена определенным периодом, так же как и его деятельность в области генетики. Поэтому медицинская генетика развивается не так быстро, как хотелось бы.

Однако в настоящее время у людей уже выявлено много доминантных признаков. Если зигота, из которой разовьется мальчик или девочка, содержит два разных гена, отвечающих за цвет глаз — голубой и карий, у ребенка будут карие глаза, так как ген кареглазости доминирует.

Точно так же преобладающими признаками являются: короткие пальцы на руках (брахидактилия), неспособность различать предметы при плохом освещении («куриная слепота»), значительно укороченные конечности при нормальном туловище и голове, выступающая вперед нижняя челюсть (в роде Габсбургов), повышенное содержание холестерина в крови, ямочки на щеках, свободная — неприросшая мочка уха, способность свертывать язык трубочкой, большие глаза, прямой разрез глаз, близорукость, крупный нос, широкие ноздри, длинный подбородок, волосы с мелкими завитками, поседение волос к 25 годам, раннее облысение у мужчин, наличие зубов при рождении, смуглая кожа, веснушки, нормальный рост, праворукость, сопрано у женщин и бас у мужчин, абсолютный музыкальный слух, склонность к ожирению.

Рецессивными признаками будут: отсутствие волос, тонкий большой палец, приросшая мочка уха, голубые глаза, сахарный диабет юношей, маленькие глаза, нормальная острота зрения, широкий и прямой нос, короткий подбородок, вьющиеся, волнистые или прямые волосы, поседение волос после 40 лет, облысение у женщин, отсутствие зубов при рождении, белый цвет кожи, длинный череп, отсутствие склонности к ожирению, леворукость, альт у женщин и тенор у мужчин, наследственная глухота.

Около 93 процентов болезней, подкарауливающих младенца с момента появления на свет, объясняются наследственным предрасположением — своеобразием в генном наборе, включающим передающийся по наследству дефект. До поры до времени он может не проявляться вообще, как бы притаившись в ожидании подходящих условий. Чаще всего это различные нарушения обмена веществ или



биосинтеза белка. В настоящее время лучше других изучены причины нарушений углеводного обмена. Если из-за нарушений в генном аппарате в клетке отсутствует один из ферментов, необходимых для углеводного обмена, — гликозидаза, то углеводы не расщепляются и начинают накапливаться. Возникает так называемая болезнь накопления, из-за которой новорожденный погибает в возрасте 1—3 месяцев.

Это как раз тот случай, когда и отец и мать здоровы, но в их хромосомах есть дефектный рецессивный ген, доставшийся им в наследство от предков. Дефект не проявлялся ни у отца, ни у матери потому, что в паре с дефектным геном доминировал ген нормального синтеза гликозидазы. Если ребенок гомозиготен по рецессивному гену, он будет нежизнеспособным. Единственный пока способ помочь родителям — установить диагноз до рождения и своевременно прервать беременность.

Нарушения в углеводном обмене серьезны потому, что от углеводов зависит контакт между клетками; клетки «узнают» одна другую благодаря углеводам, расположенным близко к их поверхности. Углеводы определяют специфику веществ, от которых зависит группа крови, они поставляют клетке необходимую энергию и участвуют во многих других жизненно важных процессах.

В суставах, костях, хрящах, связках, соединительнотканых волокнах сердца и сосудов есть углеводы, называемые сейчас гликозаминогликанами (еще недавно их называли мукополисахаридами). Если нарушается их обмен, дети отстают в умственном и физическом развитии. У них резко замедлен рост, деформированы грудная клетка и конечности, часто бывает горб. Как правило, эта болезнь прогрессирует, лечить ее очень трудно и в большинстве случаев — безуспешно.

Предполагают, что одним из заболеваний этой группы страдал Никколо Паганини. Как сообщил недавно один из американских научных медицинских журналов, несколько странный внешний облик великого скрипача получил объяснение у современных генетиков. Мертвенно-бледное, как бы вылепленное из воска лицо, глубоко запавшие глаза, сверхгибкие и невероятно длинные пальцы, угловатость движений — все это характерно для синдрома Марфана, наследственной болезни, впервые описанной через 56 лет после смерти Паганини. Необычным строением пальцев объяснял виртуозность игры Паганини Гете. Но конечно

же, не  
несомн  
И д  
лот, м  
ными.  
час из  
лечить.  
Нес  
но сооб  
АМН С  
последс  
Дело в  
от родит  
родыша  
тов. Из  
ливается  
когда на  
Нару  
тический  
Это, несо  
нарушен  
Разви  
ствителе  
утробной  
вать на з  
дефекты.  
Опыт  
зофилах,  
ледственн  
рате, оказ  
которых п  
Прогре  
ледственно  
нормальн  
Чистая  
водила мы  
беременны  
роткое вре  
Уменьш  
рациональн  
так безнад  
животных  
Некотор  
мер, гемоф



же, не только строение пальцев — плюс к этому Паганини, несомненно, обладал способностями музыкального гения.

И другие нарушения обмена белков, жиров, аминокислот, минеральных веществ тоже могут быть наследственными. Генетически обусловленных нарушений обмена сейчас известно около 2000. Лишь немногие из них можно лечить.

Несколько лет назад в нашей печати было опубликовано сообщение из Института экспериментальной медицины АМН СССР, в котором говорилось о попытках исправлять последствия генных нарушений в организме животных. Дело в том, что наследственная информация, полученная от родителей, реализуется не сразу. В ходе развития зародыша можно выделить несколько критических моментов. Из них главнейшими являются два: когда устанавливается связь между эмбрионом и организмом матери и когда начинается морфогенез.

Нарушения жизнедеятельности эмбриона в первый критический период оканчиваются, как правило, его гибелью. Это, несомненно, меньшее зло, чем рождение уродца, если нарушения возникнут позже.

Развивающийся человеческий организм особенно чувствителен к повреждениям на 1, 3 и 9-й неделях внутриутробной жизни. Возможно, если в это время воздействовать на зародыш извне, можно будет лечить врожденные дефекты.

Опыты проводились вначале на плодовых мушках-дрозофилах, потом на мышах. Хотя глубокие причины наследственных «поломок» находились в хромосомном аппарате, оказалось, что реализация их зависит от условий, в которых шло развитие зародыша.

Прогревание при 32—34° приводило к тому, что у наследственно короткокрылых мух потомство имело почти нормальные крылья.

Чистая линия мышей с недоразвитыми глазами производила мышат с глазами большего размера, если в рацион беременных самок добавляли некоторые витамины или короткое время прогревали их при температуре около 40°.

Уменьшали наследственные нарушения антибиотики и рациональный пищевой режим. Таким образом, дело не так безнадежно, как кажется. Но от экспериментов на животных к лечению человека — долгий и нелегкий путь.

Некоторые наследственные болезни уже лечат. Например, гемофилию. В крови людей, больных гемофилией,



перестает вырабатываться либо фибриноген — высокомолекулярный белок, свертывающийся при образовании раны, либо тромбин — фермент, способствующий свертыванию фибриногена. Значит, стоит ввести в организм недостающие вещества, и больной уже не рискует погибнуть от кровотечения.

Действенный метод борьбы с наследственными болезнями — генетическая консультация. Будущим родителям, после того как устанавливаются наследственные нарушения у них или у их предков, разъясняется степень риска рождения у них больного ребенка. Риск во много раз выше, если заключается близкородственный союз — между двоюродными братьями и сестрами, так как в их генетическом аппарате могут быть одинаковые дефектные гены. У детей, родившихся от таких браков, гораздо чаще встречаются наследственные болезни и врожденные уродства. Кровное родство родителей на пять процентов повышает смертность новорожденных. Правда, эта закономерность проявляется лишь в двух ближайших поколениях. Если проанализировать родственные связи на пять и более поколений назад, то есть построить генеалогическое дерево, может быть получен самый неожиданный результат: в родстве окажутся те, кто об этом и не подозревал.

За последние 100 лет число родственных браков сократилось, так как исчезают расовые, национальные и социальные предрассудки, развиваются культурные связи между странами и народами. Чем больше расстояние между местами постоянного жительства семей каждого из родителей, тем меньше у родителей одинаковых генов, среди которых могут обнаружиться дефектные.

### 7. «Родила царица в ночь...»

В 1866 году английский невропатолог Л. Даун впервые описал врожденную болезнь, поражающую в среднем одного из 600 новорожденных. Больные дети — вялые, с толстым, неповоротливым языком, расплюснутым носом, узкими щелочками глаз. Часто у них врожденные пороки сердца и всегда слабоумие. Значительная часть из них — контингент психиатрических лечебниц.

По имени врача, описавшего болезнь, ее до сих пор называют синдромом Дауна. Долго болезнь Дауна считали результатом повреждения плода во время внутриутробного

развития.  
болезни о  
посмотрел  
больных д  
мосом.

Это мо  
при образ  
ния какой  
яйцеклетк  
случае —  
будет уже  
ма отца. П  
или нерас  
тери повы  
у женщин  
один «даун  
Естественн



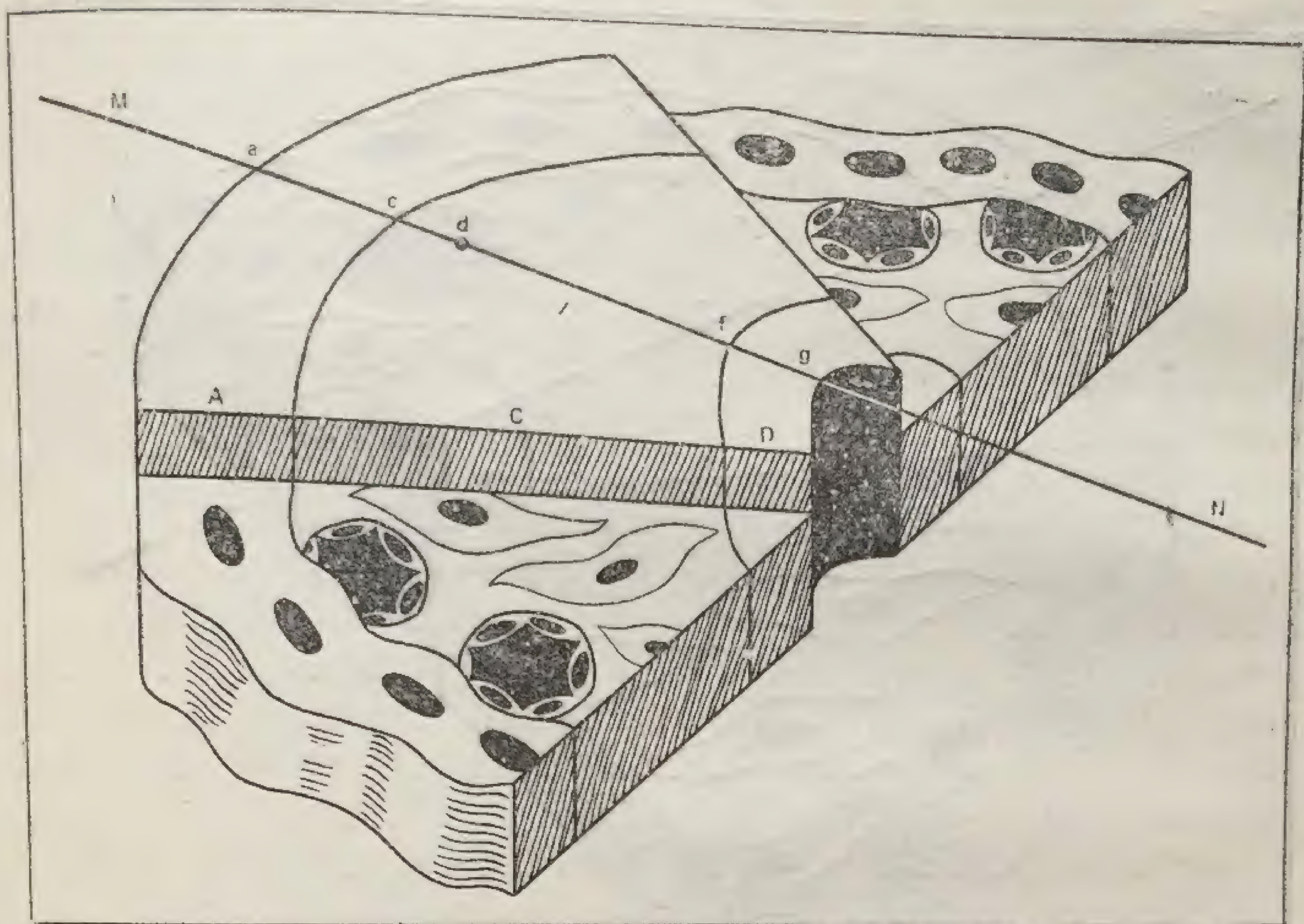


Схема плацентарного барьера в конце 40-й недели внутриутробного развития. Кровеносные сосуды значительно приближены к материнской крови, так как плацентарный барьер истончен. Отсутствует слой В, а все сосуды лежат в I зоне, максимально приближенной к поверхности ворсинок

развития. Это оказалось неверным — истинную причину болезни открыл французский ученый Жером Лежен. Он посмотрел под микроскопом множество клеток, взятых у больных детей, и обнаружил, что в них не 46, а 47 хромосом.

Это может быть потому, что в организме женщины при образовании яйцеклетки во время мейоза расхождения какой-либо пары хромосом не произошло. И тогда в яйцеклетку попадут две одинаковые хромосомы. В данном случае — хромосомы 21-й пары. После оплодотворения их будет уже не две, а три, так как добавится 21-я хромосома отца. Поэтому нарушение еще называют трисомией 21 ма отца. Поэтому нарушение еще называют трисомией 21 или нерасхождением по 21-й хромосоме. С возрастом матери повышается риск рождения «дауна»: заметили, что у женщин от 19 лет до 21 года на 2500 детей рождается один «даун», а у женщин 45 лет — один на 40 детей. Естественным было предположить, что сдвиги в механизме



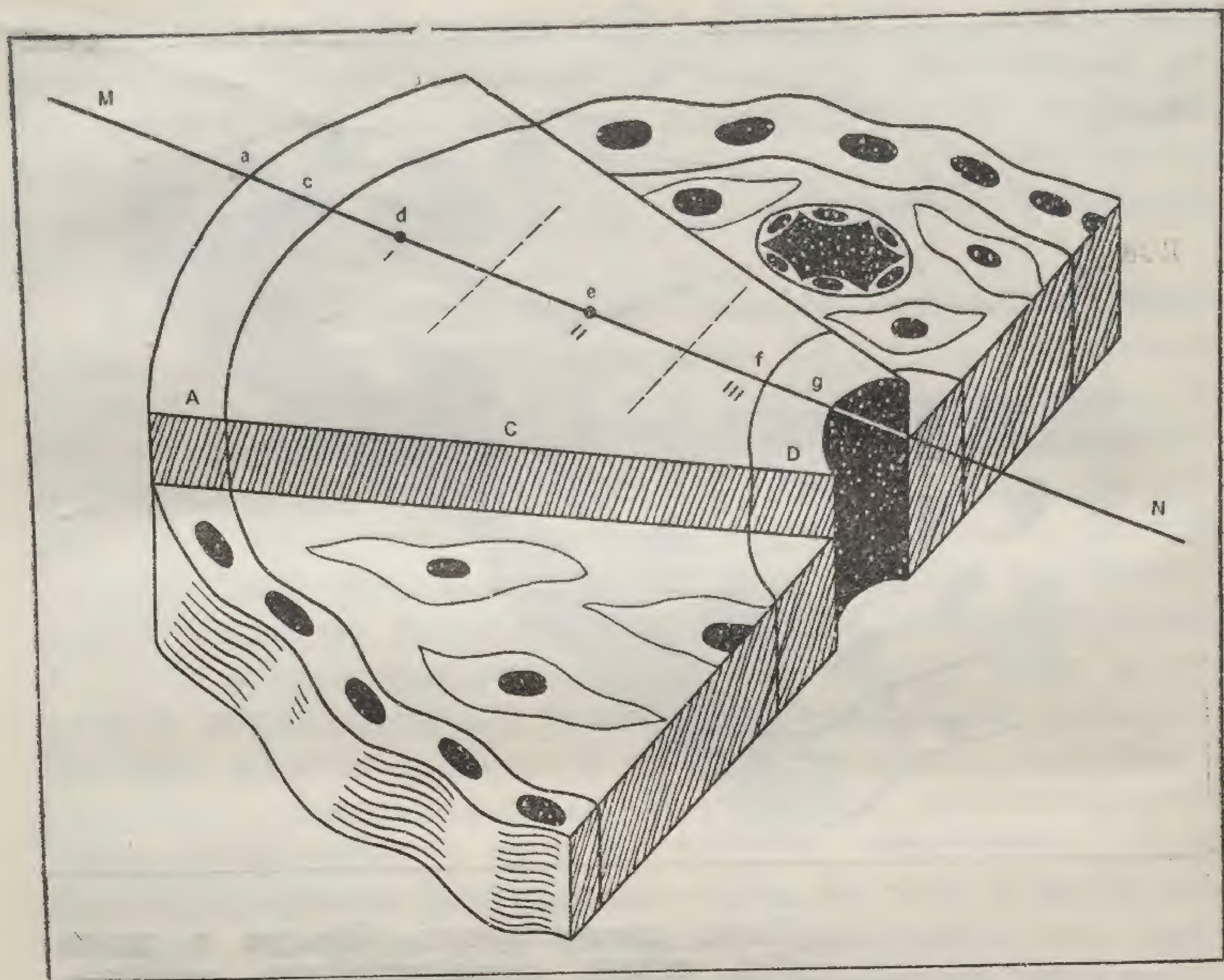


Схема плацентарного барьера при гибели плода до рождения. Нарушено развитие хориальных ворсинок. Кровеносные сосуды плода расположены на значительно большем расстоянии, чем в норме, так как имеются не только в зоне I, но и во II и III

мейоза зависят от гормональных изменений, наступающих с возрастом в организме женщины. Но сейчас известны другие причины. Могут быть нарушены первые этапы дробления зиготы, и тогда одна 21-я хромосома присоединяется к другой (к 15-й или 22-й). Это явление называют транслокацией хромосом. В первом случае (то есть когда в яйцеклетке лишняя 21-я хромосома) болезнь Дауна не наследуется, хотя мать может иметь несколько «даунов». Во втором случае аномалия будет передаваться из поколения в поколение, дети «даунов» окажутся их точной копией, но не все, как это выяснил анализ родословной семьи с синдромом Дауна, обусловленным транслокацией хромосом<sup>1</sup>.

«Дауны» живут по несколько десятков лет. Лечение

<sup>1</sup> Ш. Ауэрбах. Проблемы мутагенеза. М., Мир, с. 424, схема, с. 425.



их успеха не приносит. Иногда их удается научить читать и писать.

Если в 21-й паре хромосом одна больше другой (это бывает, когда одна из хромосом потеряла значительную часть своего плеча<sup>1</sup>), развивается злокачественная болезнь крови — миелоидная лейкемия.

Нерасхождение по 18-й хромосоме (синдром Эдвардса) всегда смертельно. Дети умирают через несколько месяцев после рождения. Они рождаются со множеством дефектов во внутренних органах. У них маленькие глаза, неправильно расположенные уши, короткая грудина, врожденные пороки сердца, недоразвитая скелетная мускулатура, отсутствие шеи, дефекты пальцев. С синдромом Эдвардса рождается один ребенок из 6500. Девочки с синдромом Эдвардса рождаются в два раза чаще, чем мальчики. Как в случае трисомии 21, трисомия 18 зависит от возраста матери: чем старше мать, тем больше вероятность нерасхождения 18-й пары хромосом.

Под названием «синдром Патау» известна трисомия 13 (нерасхождение по 13-й паре хромосом). Эта аномалия бывает у одного новорожденного из 4600. У детей при синдроме Патау не срастаются верхняя губа и верхнее небо. (При нормальном развитии эти части закладываются симметрично с двух сторон и срастаются посередине.) В народе такие аномалии развития издавна называют «волчьей пастью» и «заячьей губой». Они сопровождаются врожденными пороками сердца и увеличением числа пальцев до шести (полидактилией). Помимо перечисленных, встречаются и другие нарушения — в развитии ушей, половых желез и т. д. Дети с трисомией 13 рождаются с малой массой тела (менее 2500 г) и погибают, как правило, в первые месяцы жизни.

«Заячья губа» и «волчья пасть» бывают у новорожденных и тогда, когда хромосома 4-й пары частично утратила свое короткое плечо. Такая же аномалия в хромосоме 5-й пары приводит к появлению синдрома «кошачьего крика» — этот специфический крик возникает при недоразвитии голосового аппарата ребенка.

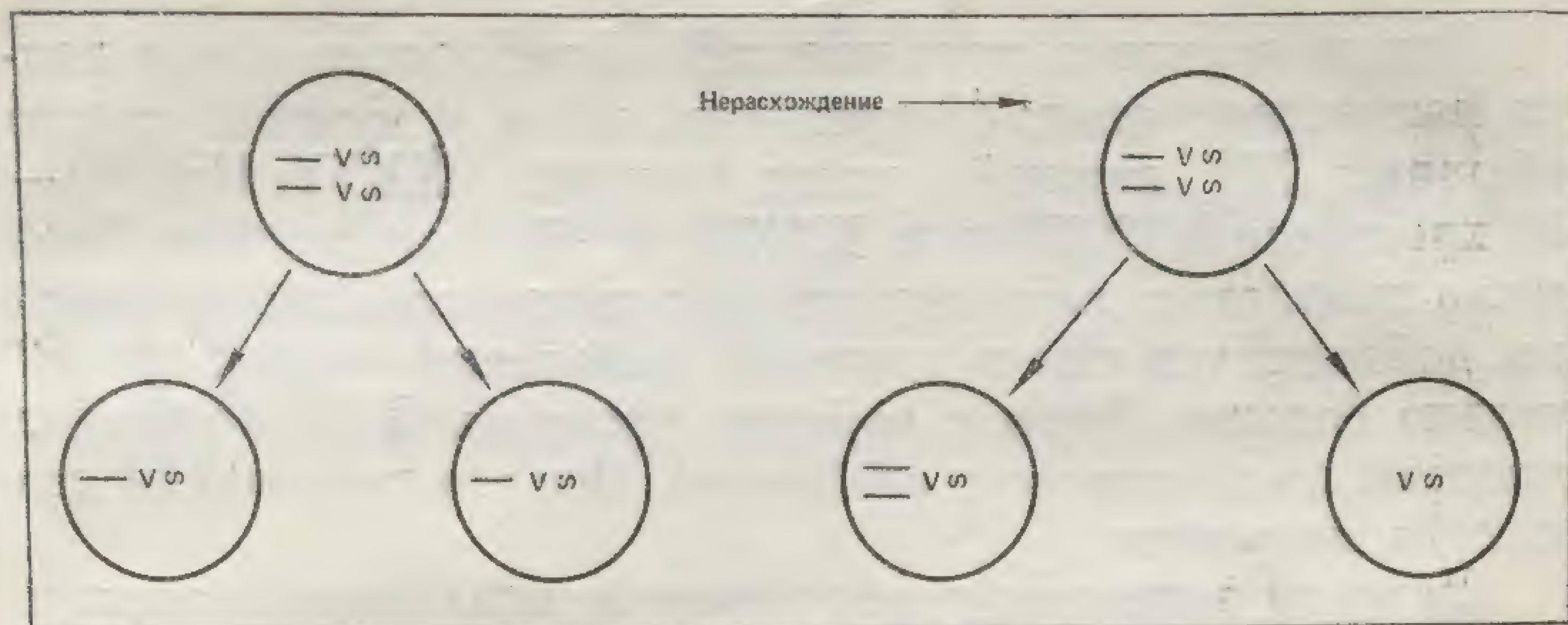
Интересно, что если, кроме двух обычных хромосом 13-й пары, есть добавочное верхнее плечо от третьей 13-й хромосомы, то это не приводит к патологии.

<sup>1</sup> Плечи хромосомы — расстояния от точки, к которой к хромосоме прикрепляется нить центриоли во время деления клетки до ее конца.









Схематическое изображение перераспределения хромосом при мейозе. Слева: в норме каждой зрелой половой клетки остается по одной хромосоме из каждой пары. Справа: иллюстрация к нерасхождению хромосом, когда в зрелой половой клетке появляются обе хромосомы из какой-либо пары

по 21-й, 18-й и 13-й хромосомам меняют рисунки кожи пальцев рук). Встречаются также добавочные наборы хромосом — триплоидные или тетраплоидные клетки, отсутствие одной X-хромосомы. Другие нарушения в хромосомном аппарате встречаются реже.

Изменения в числе половых хромосом не грозят жизни новорожденного, а проявляют себя иначе. Если в яйцеклетке произошло нерасхождение по X-хромосоме, то после оплодотворения мужской гаметой с Y-хромосомой в ней будет не 46, а 47 хромосом, причем последняя пара будет представлена тройкой XXV. Такое сочетание половых хромосом определит у новорожденного синдром Клайнфельтера, редкое заболевание, встречающееся только у мужчин, да иначе и не может быть, так как Y-хромосома определяет мужской пол. (Правда, ее определяющая роль при избыточных X-хромосомах не так сильна.)

У больных синдромом Клайнфельтера половая система недоразвита. У них высокий голос, женоподобные черты, интеллект снижен. Все они бесплодны. Обычно в детстве они ничем не отличаются от своих нормальных сверстников. Различия начинают проявляться в переходный период жизни. Такие юноши могут учиться, получить специальность и быть полезными обществу.

При образовании яйцеклеток нерасхождение по X-хромосомам бывает у женщин от 35 лет и старше.



Другие варианты этих нарушений могут показаться почти фантастическими: 48 хромосом, когда у мужчин вместо обычных XY каждой вдвое больше: XXYY. Или 49—50 хромосом: XXXXY или XXXXYY. В этих случаях, помимо признаков, характерных для синдрома Клайнфельтера, добавляются еще и уродства, интеллект снижен значительно больше. Люди с набором хромосом XYY не имеют уродств, но их отличает слабоумие. Все эти нарушения касаются мальчиков.

Девочки тоже могут рождаться с измененным числом половых хромосом. В 1925 году Н. А. Шерешевский впервые описал больную — низкорослую девочку с недоразвитием половых желез и уродством шеи. В 1938 году Тернер описал такую же больную. Поэтому болезнь получила название синдрома Шерешевского — Тернера.

Позже при исследовании хромосомного аппарата аналогичных больных было установлено, что в их клетках отсутствует одна из X-хромосом. Такие больные всегда бесплодны, но интеллект у них почти не страдает, они учатся, получают специальность.

Если у новорожденной вместо обычных двух три X-хромосомы, то лишняя X-хромосома никак себя не проявляет, не вызывает патологий, но когда число X-хромосом возрастает вследствие двух или трех добавочных, рождаются девочки-уроды. Добавочные X-хромосомы могут появиться в клетках не только в результате нерасхождения при мейозе, но и при переносе целой хромосомы или ее части на хромосому другой пары. Такие транслокации могут быть наследственными.

Иногда, изучая хромосомный набор в разных клетках тела человека, исследователь видит, что их там разное число. Одни клетки содержат норму — 46 хромосом, другие — 45 или 47. Получается своеобразная мозаика хромосомных комплектов, поэтому само явление называли мозаицизмом. Оно еще недостаточно изучено.

ПРЕСЛЕДОВАНИЕ  
ЗЛОГО РОКА

Что может быть у  
вопрос, с которым мать  
«Мальчик или девочка?»  
«Все ли у него (или у  
рядке?»

Тератология (от гре-  
сывает и изучает случа-  
пийским спокойствием.  
ужаса, читая о Квазимодо  
ниям Гуиннплена, «челове-  
женного в детстве компи-  
ная литература знаком  
частных (вспомните «Бел-  
или другого, фантастиче-  
жуткого гиганта из поро-  
или Освобожденный Пром-  
Издавна тех, кто сла-  
внешним обликом, травни-  
семья, показывали за де-  
тельной составной частью  
ны, так как приносили ей  
не меньше (если не больше  
сам прекрасное.  
Великие гуманисты  
мир несчастных, по-  
милых, добрых, по-  
составляли ста-



# VI

## ПРЕСЛЕДОВАНИЯ ЗЛОГО РОКА?

Раздался голос старого горшка:  
«Они кричат — кривы мои бока.  
Они кричат, что я — смешной урод.  
Что ж, дрогнула Горшечника рука?!»

*Омар Хайям*

### 1. Глава, от которой покоробит эстетов

Что может быть ужаснее рождения уродца? Первый вопрос, с которым мать обращается к врачу или акушерке: «Мальчик или девочка?» — быстро сменяется вторым: «Все ли у него (или у нее) в порядке?» А если не в порядке?

Тератология (от греч. слова «тератос» — урод) описывает и изучает случаи «нарушения порядка» с олимпийским спокойствием. Но кто из нас не содрогался от ужаса, читая о Квазимодо, или не сопереживал страданиям Гуинплена, «человека, который смеется», обезображенного в детстве компрачикосами? Иногда художественная литература знакомила нас с исповедями этих несчастных (вспомните «Бакалавра-циркача» Жюль Валлеса или другого, фантастического, искусственно созданного жуткого гиганта из повести Мэри Шелли «Франкенштейн, или Освобожденный Прометей»).

Издавна тех, кто слишком резко выделялся своим внешним обликом, травили, дразнили, били, изгоняли из семьи, показывали за деньги в цирках. Они были обязательной составной частью почти каждой бродячей труппы, так как приносили ей успех. Люди, как ни странно, не меньше (если не больше) любили созерцать уродство, чем прекрасное.

Великие гуманисты прошлого, раскрывая духовный мир несчастных, показывая участие в их судьбах благородных, добрых людей, изменяли к ним отношение. Они заставляли стать добрее и лучше.



Вот несколько строк из «Собора Парижской богоматери» Виктора Гюго:

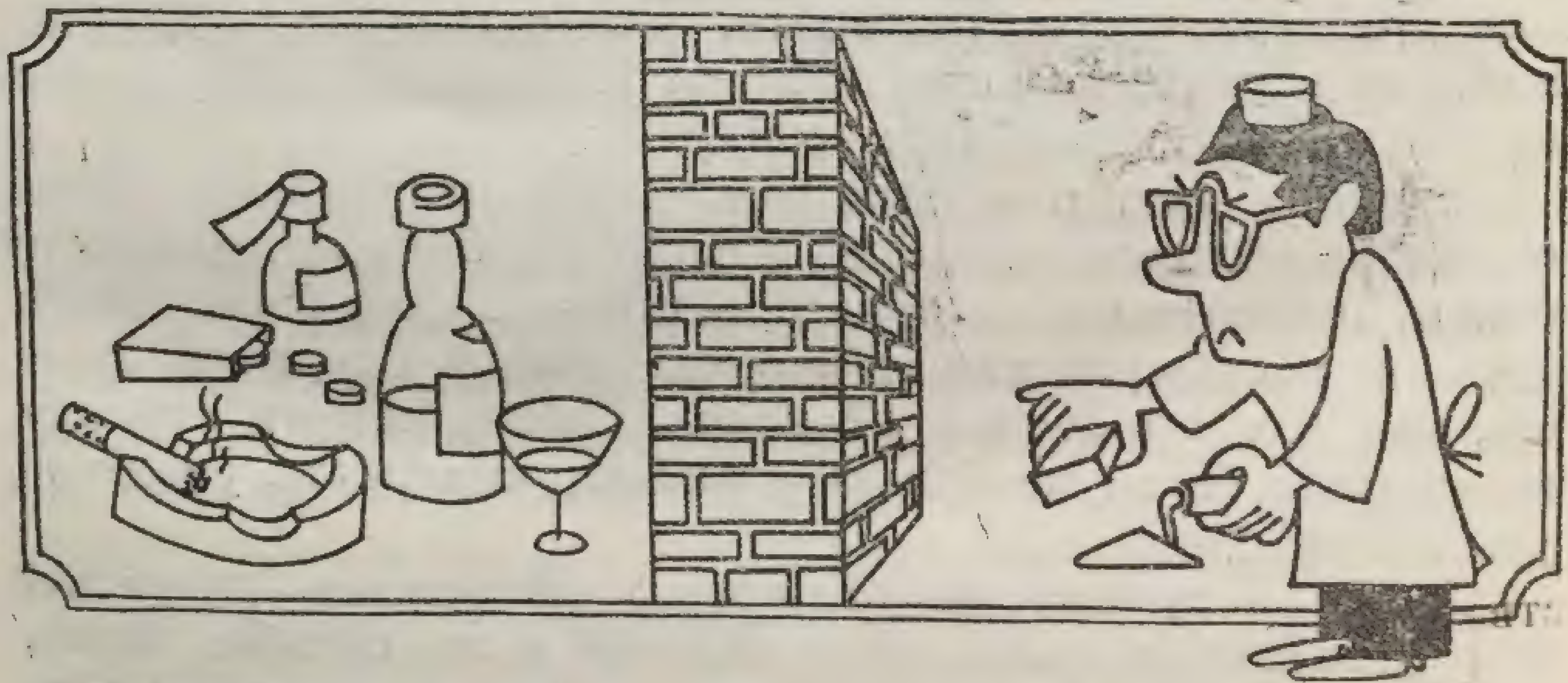
«...Клод обратил внимание на группу старух, визжавших вокруг яслей для подкидышей.

Он приблизился к жалкому созданию, вызвавшему столько ненависти и угроз. Вид этого уродливого заброшенного существа, мысль о юном брате, который, в случае его смерти, тоже может оказаться брошенным в ясли для подкидышей,— все это нахлынуло разом; огромное чувство жалости захлестнуло его сердце. Он унес подкидыша к себе.

Вынув ребенка из мешка, он обнаружил, что тот действительно уродец. У бедного маленького чертенка на левом глазу оказалась бородавка, голова ушла в плечи, позвоночник был изогнут дугой, грудная клетка выпячена, ноги искривлены, но он оказался живучим, и хотя трудно было понять, на каком языке он лепетал, однако его крик свидетельствовал о здоровье и силе. Чувство сострадания усилилось в Клоде при виде этого уродства, и в душе он дал себе обет, из любви к брату, воспитать ребенка...»<sup>1</sup>

Так впервые на страницах книги Гюго мы знакомимся с Квазимодо, «отрешенным навек от мира тяготевшим над ним двойным несчастьем, темным происхождением и физическим уродством...»<sup>2</sup>

Несчастные «тупики эволюции» сейчас не вызывают других чувств, кроме жалости и сострадания. Ведь в своем несчастье они невиновны. Это «дрогнула рука Горшечника, лепившего горшок», поэтому «изделие» оказалось кривым. Где и когда «дрогнула рука Горшечника»? Почему? На эти вопросы и пытается ответить тератология.



<sup>1</sup> Гюго В. Избр. произв. в 2-х т. Т. I. М.—Л., 1952, с. 121.

<sup>2</sup> Там же.



(Да простят нам те, кого мы вслед за поэтом сравнили с горшком.)

Язык науки бесстрастен. На время нам предстоит расстаться с эмоциями. Мы будем разглядывать новорожденного так, как это делают акушерка и врач, обязанные обо всех неполадках в его внешности сделать соответствующую запись в карточке.

Внешний осмотр новорожденного сразу же позволяет многое установить. Дефекты в развитии внутренних органов проявятся несколько позже.

Прежде всего может быть неправильно сформировано лицо. С «заячьей губой» или «волчьей пастью» рождается 0,1 процента всех новорожденных. Эти дефекты появляются на 7—8-й неделях внутриутробного развития. Реже бывают расщелины нижней губы и нижней челюсти, возникающие еще на 5-й неделе эмбрионального периода жизни. Эти пороки развития иногда сочетаются и бывают одновременными.

Лицо могут обезобразить: поперечная или косая расщелина, двойная губа, двойной нос или рот, очень маленький или чрезмерно большой рот, отсутствие половины носа. К счастью такие уродства бывают очень редко.

У одного-двух новорожденных на 10 000 деформирована ушная раковина и неправильно развиты жаберные дуги.

Другая серия аномалий связана с нарушениями в развитии скелета. Бывает короткая шея, когда тела позвонков укорочены (при нормальном их количестве), а межпозвоночные хрящевые диски уплощены. Иногда нарушается окостенение длинных костей, тогда конечности укорачиваются, а голова остается нормальных размеров. Интеллект у таких людей не страдает, часто он даже выше среднего. Это нарушение встречается у одного новорожденного на 10 000.

Гораздо тяжелее уродства, когда одна или несколько конечностей вообще отсутствуют. Причиной подобных уродств был талидомид, мрачная слава которого облетела весь мир. Мы еще вернемся к этому «успокоительному безвредному средству», когда речь пойдет о влиянии на развитие плода тератогенных (то есть вызывающих уродства) факторов.

Среди уродств, деформирующих скелет, могут быть укороченные плечи или предплечья (или одно плечо и одно предплечье); кисть и стопа, расположенные очень



близко от позвоночника. Пальцы на руках и ногах — короче или длиннее обычных, число их — от 1 до 6, реже — до 8 или 12. На больших пальцах рук иногда развивается третья фаланга, а стопы ног вывернуты внутрь или наружу. Могут также быть врожденные вывихи бедра.

Аномалии в развитии внутренних органов проявляются в первые дни, недели, месяцы после рождения, иногда значительно позднее.

Чаще всего — это пороки в развитии сердечно-сосудистой системы. С ними рождается около одного процента всех новорожденных. 30—40 процентов детей, умерших от пороков развития, погибают от аномалий сердечно-сосудистой системы. Под влиянием неблагоприятных факторов, действующих на зародыш в первые три недели жизни, могут наступать отклонения в формировании сердца: оно иногда располагается в грудной полости не слева, а справа или выходит за ее пределы. У одного из близнецов сердце может отсутствовать вообще. Такие пороки делают плод нежизнеспособным. Много врожденных изменений сердца связано с нарушениями в формировании его внутренних перегородок и клапанов. Как уже говорилось, после рождения, с появлением легочного дыхания, в организме новорожденного меняется направление кровотока (по сравнению с тем, какое было у плода).

Иногда отверстия в сердце, через которые протекала кровь у плода, не зарастают. Тогда у новорожденного часть крови движется в необычном направлении. Или крупные кровеносные сосуды отходят от сердца не в тех местах, где им положено. Судьба ребенка при таких пороках зависит от их тяжести. В одних случаях жизнь оказывается невозможной, в других — люди долгие годы живут полноценной жизнью, в третьих — спасают хирургические операции.

Причины пороков развития сердечно-сосудистой системы различны. При многих аномалиях в хромосомном аппарате они встречаются как сопутствующий синдром наследственного заболевания. Они могут также возникать и вследствие влияния неблагоприятных факторов среды, из-за болезней женщины в первые недели беременности.

Разнообразные отклонения от нормы встречаются в органах пищеварительной системы. Так как сразу же после рождения ребенок начинает питаться иначе, чем в утробе матери, эти пороки развития обнаруживаются довольно быстро. Пищевод и трахея развиваются из близ-



ких эмбриональных закладок, между ними может появиться соединяющий канал. Тогда молоко начнет попадать в дыхательные пути ребенка, и питание становится невозможным. К таким же тяжелым последствиям приводит недоразвитие пищевода, сужение места, где он входит в желудок, отсутствие или сужение кишечника, расположение поджелудочной железы в необычном месте, отсутствие желчного пузыря. Многие из этих пороков развития с успехом ликвидируются хирургическим путем.

У плода может полностью отсутствовать одна из почек или быть почка необычной формы, два мочеточника из одной почки вместо одного, или один находится в необычном месте. Нарушения в развитии половых желез происходят при хромосомных болезнях, о которых мы рассказывали. Пороки развития мочеполовых органов составляют примерно четверть всех врожденных дефектов, то есть бывают довольно часто.

Отклонения в развитии центральной нервной системы — расщепления спинного мозга, мозговые грыжи и другие дефекты головного мозга, сопровождаемые пороками в развитии черепа, — как правило, несовместимы с жизнью.

Все уродства, которые мы здесь перечислили, редко проявляются в отдельности. Тератология ищет в этих несчастных случаях причины их возникновения, пытается понять механизмы, изменяющие нормальное формирование органов и систем уже с первых шагов внутриутробной жизни.

Разгадать эти тайны помогают цитология (наука о клетке), гистология (наука о тканях), биохимия и многие другие биологические науки. Кое-что уже стало проясняться и в клеточных взаимодействиях, и в причинах направления движения клеток, и в загадке их специализации.

На самых ранних стадиях развития зародыша, когда образовалась бластоциста, дробление яйца заканчивается, и клетки начинают активно перемещаться. Клетки передвигаются поодиночке и группами, их движения строго координированы во времени и пространстве. Если нарушить это движение, клетки окажутся в несвойственных для них местах, что приведет к отклонениям от нормального развития. Если развитие идет нормально, вскоре появляется гастрюла, состоящая из трех слоев клеток: наружного (эктодермы), внутреннего (энтодермы) и среднего (мезодермы). В этот период крайне необходимы контакты



между клетками: без этого не будут образовываться ткани и не будет дальнейшей дифференцировки. Если контакты нарушатся, произойдет трагедия: гибель зародыша или уродство. Вот пример.

Первичный мозг у зародышей позвоночных развивается из эктодермы (по своему происхождению он — родственник коже, хоть и не имеет с ней ничего общего). Мозг начнет развиваться в строго определенном месте, там, где к эктодерме примыкает один из участков мезодермы — хордомезодерма. Если этот участок разрушить или удалить, мозг развиваться не будет. Если же этот кусочек мезодермы перенести в другое место, мозг возникнет там, где он никогда не появляется в обычных условиях. Так, в эксперименте можно получить зародышей с двумя первичными системами или вообще безмозглых.

Нормальные взаимодействия между клетками мезодермы и эктодермы необходимы для формирования многих органов. Если выращивать клетки эктодермы в культуре (то есть вне организма, в особо созданных для этого условиях), они будут расти, образуя пласт без признаков какой-либо дифференцировки.

Если же смешать их с клетками мезодермы, они станут вести себя по-иному: начнут перегруппировываться и образовывать характерные для них структуры.

Английским гистологам удалось доказать, что клетки эпителия (наружного слоя эктодермы) способны дифференцироваться, если они отделены от клеток мезодермы перегородкой с тончайшими порами, не пропускающими клетки.

Вначале предположили, что обмен информацией между клетками осуществляется с помощью каких-то веществ, проникающих через поры фильтра. Когда посмотрели фильтры в электронном микроскопе, то обнаружили, что поры сплошь забиты клеточными отростками. Следовательно, контакт осуществлялся даже через фильтр, клетки не имели возможности сблизиться, но нашли способ «протянуть друг другу руки».

Очевидно, их контакты зависят от особенностей строения клеточных мембран. В настоящее время мембраны изучают во многих лабораториях мира с помощью облучающего электронного микроскопа, позволяющего увидеть объемные (трехмерные) изображения. Появилась уникальная возможность увидеть поверхность клеточных

мембран при оч-  
строение клеточ-  
Клеточный, в  
объяснить. Возм-  
тканей, обеспе-  
положения. Чем  
наруживается да-  
меры», то есть б-  
ных классов (а н-  
цитологи Стейнб-  
кур и мышей и  
ганов — сетчатки  
разования в кул-  
строение исходн-  
тканевому призн-  
су — птиц или м.

Клетки каждо-  
случае, если были  
цыпленок и мыш-  
хрящевой ткани  
отдельно, а потом  
внутри, а клетки  
ранять постоянств-  
ганизма?

Пока еще не со-  
яснить механизмы  
многообразия. «Из-  
клетки взаимодейст-  
телей этой сложной  
многие факторы фи-  
яют на движение в  
контактов. Это и кин-  
страта, на котором  
личных веществ в не-  
...Сейчас на роль  
тами претендует цик-  
(АМФ). Это вещество  
дов амёб в процессе их  
это вещество влияет не  
клетки высших организ-  
в колонии»!  
Циклический АМФ —  
позиндифосфат) и АТФ  
Наука и жизнь



мембран при очень больших увеличениях, их выросты, строение клеточных контактов.

Клеточный, вернее, мембранный уровень не все может объяснить. Возможно, существует химическое сродство тканей, обеспечивающее постоянство их взаимного расположения. Чем определяется это сродство? Ведь оно обнаруживается даже тогда, когда создаются «тканевые химеры», то есть берут ткани от зародышей животных разных классов (а не только видов). Например, американские цитологи Стейнберг и Москона взяли клетки зародышей кур и мышей и смешали их. Клетки были от разных органов — сетчатки глаза и почки. Химерные клеточные образования в культуре тканей стремились воспроизвести строение исходных органов. Клетки распределялись по тканевому признаку независимо от того, к какому классу — птиц или млекопитающих — они принадлежали.

Клетки каждой ткани узнавали друг друга даже в том случае, если были взяты от таких далеких животных, как цыпленок и мышь. Если взять клетки печени и клетки хрящевой ткани от животных одного вида, вырастить их отдельно, а потом смешать, то хрящевая ткань окажется внутри, а клетки печени — снаружи. Что заставляет сохранять постоянство взаимного расположения даже вне организма?

Пока еще не создана теория, которая бы смогла объяснить механизмы клеточных взаимодействий во всем их многообразии. «Известно только, — пишет в статье «Как клетки взаимодействуют друг с другом» один из исследователей этой сложной проблемы Т. Евгеньева, — что очень многие факторы физической и химической природы влияют на движение клеток и на возникновение клеточных контактов. Это и кислотность (рН) среды, и характер субстрата, на котором растут клетки, и концентрация различных веществ в нем, и содержание ионов и т. д.

...Сейчас на роль «руководителя» клеточными контактами претендует циклический 3', 5'-аденозинмонофосфат (АМФ). Это вещество удалось выделить у одного из видов амеб в процессе их взаимодействия... Оказалось, что это вещество влияет не только на амеб, но и на многие клетки высших организмов, способствуя их объединению в колонии»<sup>1</sup>.

Циклический АМФ — близкий родственник АДФ (аденозиндифосфат) и АТФ (аденозинтрифосфат), которые

<sup>1</sup> Наука и жизнь, 1975, № 8, с. 34—35.



играют важную роль в энергетике клетки. АМФ принимает участие в ферментативных реакциях, связанных с действием различных гормонов. Он входит в состав клеток самых различных организмов.

Все, что будет блокировать это вещество, или нарушать кислотность среды, или резко менять ход ферментативных процессов, неизбежно повредит зародышу.

В первые же часы после оплодотворения дробление яйца может замедлиться или, наоборот, происходит слишком быстро. И то и другое приведет к аномалиям в развитии. Поэтому все, что ускоряет или замедляет деление клеток, явится причиной врожденных уродств.

Иногда клетки не перемещаются в нужном направлении. Они могут начать специализацию позднее, чем обычно, или погибнуть быстрее, чем нужно, или, наоборот, распад структур, подлежащих замене новыми, замедлится. Все факторы, которые ведут к таким отклонениям, считаются тератогенными.

Один из законов тератологии: для того, чтобы какой-нибудь фактор вызвал отклонение, он должен подействовать на организм прежде, чем завершится образование органа. Поэтому большинство тератогенных факторов обнаруживают свое роковое влияние в течение первых двух месяцев развития. Однако сейчас установлено, что в любой период жизни до рождения эмбрион и плод чувствительны к каким-нибудь тератогенным факторам. Если они не заключены в генном наборе организма, если не передаются из поколения в поколение, то часто приходят извне. Среда, окружающая живой организм, таит для него гораздо больше опасностей, чем мы можем предположить.

## 2. Человек — дитя природы

В жаркий летний день кому из горожан не приходилось испытывать чувство обновления и душевного умиротворения, когда после раскаленного асфальта и застоявшегося среди домов угара от машин хоть ненадолго он попадал в лес. Современный большой город с миллионами людей, втиснутых в каменные коробки, с шумом улиц, бешеным ритмом жизни и отсутствием чистого воздуха показался бы человеку прошлых веков непереносимым кошмаром.

Весь смысл длительных эволюционных преобразований



вида, к которому мы все принадлежим, — *Homo sapiens* — заключался в том, чтобы приспособиться к условиям окружающей среды. Да иначе и быть не могло, иначе мы бы вымерли, как динозавры.

Проходили века, организм человека приспосабливался к жизни среди природы и общества себе подобных, и вдруг — резкий поворот к техническому прогрессу, целая серия замечательных открытий, преобразовавших нашу жизнь, создавших комфорт и совершенно иные условия для существования.

Лет 150—200 назад, когда впервые стали ощущаться последствия промышленной революции, взаимоотношения человека с природой начали портиться. До этого человек в основном подчинялся законам природы, теперь же попытался подчинить ее себе. Подчинить не удалось, но существенно влиять на нее человек смог, и это влияние привело к уничтожению  $\frac{2}{3}$  лесов земного шара и сотни видов животных. За этот период численность населения Земли увеличилась более чем в четыре раза (в основном в связи с возрастанием средней продолжительности жизни до 70 лет по сравнению с XVIII—XIX веками, когда средняя продолжительность жизни была 22—30 лет, и сокращением детской смертности).

Население Земли увеличилось неравномерно: главным образом его численность возросла в городах. К 1800 году только 2,5 процента населения Земли проживало в городах с численностью более 20 тысяч человек. Сейчас 20 процентов людей живет в городах, имеющих более 100 тысяч жителей. Каждый город возникал и расширялся вокруг производств. Это значит, что в городе создавались необычные условия окружающей среды, к которым быстро приспособиться или очень трудно, или практически невозможно. Городской воздух загрязнен вредными примесями: двуокисью углерода, окислами серы, азота, сероводородом, пылью, сажей, металлами и т. д.

Влиянию неблагоприятных факторов среды на здоровье и жизнь людей посвящено множество книг и статей в журналах, газетах. Меньше пишут о влиянии последствий технического прогресса на здоровье будущих поколений.

Еще совсем недавно, в 50—60-е годы нашего века, можно было слышать, что плод в организме матери надежно укрыт от неблагоприятных воздействий. Ведь кровь матери и кровь плода не смешивается, а структуры плацен-



тарного барьера (потому-то и название — барьер!) ограждают будущего ребенка от разных вредных факторов. Но при более детальном изучении этого вопроса оказалось, что почти все факторы среды: химические, физические, механические, биологические — оказывают влияние не только на материнский организм, но и на плод. Это влияние может быть непосредственным или через материнский организм. Через него, то есть опосредованно, действуют социальные факторы, болезни матери, ее разные состояния.

Исследования последних лет, проведенные в США, показали, что невежество, бедность, незаинтересованность в беременности являются теми специфическими причинами, которые приводят к рождению детей с низкой массой тела. Ученые этой страны признают, что незапланированная и неожиданная беременность особенно среди населения, живущего в тяжелых социально-экономических условиях, становится существенной причиной того, что США занимают неблагоприятное положение по количеству погибающих младенцев. Среди негров и американских индейцев больший процент рождений младенцев с малой массой по сравнению с белыми, специалисты объясняют это различиями в социально-экономических возможностях.

Младенцы, родившиеся у матерей-одиночек и неквалифицированных рабочих, находятся в гораздо худшем состоянии, чем дети обеспеченных родителей. В штате Орегон мертворожденность и смертность новорожденных младенцев чаще в семьях неквалифицированных рабочих города и села и рабочих сферы обслуживания по сравнению с семьями фермеров. Во многих больницах Америки у женщин, медицинское обслуживание которых оплачивают из фондов социального страхования, гораздо чаще рождаются дети с маленькой массой тела по сравнению с пациентками частных клиник. Там же женщины с высшим образованием рожают младенцев с низкой массой тела в 2 раза реже, чем женщины с начальным образованием. В целом, заключают американские медики, недостаток денег может быть важной причиной того, что беременная женщина и ее плод не получают необходимого лечения, питания, отдыха. Число недоношенных детей и смертность новорожденных в этой стране находятся в прямой зависимости от служебного положения отца.

Конечно, у нас и в других странах социализма, где полностью и безвозвратно ликвидированы социальное нера-



венство, расовые и классовые предрассудки, не может быть зависимости жизни новорожденного от достатка семьи.

Еще в первые годы Советской власти были приняты законы об охране материнства и младенчества, установлены правила помощи одиноким и многодетным матерям. В женских консультациях и будущие матери, и неродившиеся младенцы получают необходимое наблюдение за здоровьем и, если нужно, квалифицированную медицинскую помощь. У нас невозможны трагедии, подобные тем, что потрясли весь мир: массовое рождение детей-уродов потому, что матери принимали непроверенные лекарства.

У беременных женщин часто нарушается сон, болит голова, ухудшается общее самочувствие. Все это обычно проходит само собой, не требуя лечения. В начале 60-х годов нашего века в ФРГ был синтезирован новый успокаивающий препарат — контерган. Затем появилась группа препаратов, близких по действию, например, талидомид и некоторые другие.

Вначале казалось, что это — прекрасно действующие и абсолютно безвредные лекарства. Ими стали пользоваться женщины, плохо переносившие беременность. В течение последующих 10 лет в разных странах стали появляться сообщения о страшных последствиях лечения этими препаратами. Их тератогенное действие установил австралийский врач Вильям Мак Брайд. Но пока об этом стало широко известно, реклама западных государств сумела распространить талидомид и контерган в 20 странах, и препараты успели сделать свое черное дело — резко увеличилось количество безногих, безруких, глухих, немых детей. За очень короткий период в западных странах родилось около 65 000 детей с обезображенными телами, из них не менее 4 000 в ФРГ.

Около трети детей погибли вскоре после рождения.

Тщательное изучение этих случаев показало, что дети с такими уродствами рождались у женщин, принимавших талидомид. Позднее было выяснено, что и другие препараты могут действовать аналогичным образом. Тот же Вильям Мак Брайд установил, что в начале 70-х годов в Сиднее рождались уродливые дети из-за того, что беременные женщины принимали имипрамин (другие названия этого лекарства — тофранил и беркомин).



Казалось бы, после трагедии с талидомидом и его аналогами ничего подобного повториться не может. Но недавно вновь появились сообщения в печати Запада (о них рассказала на своих страницах «Литературная газета»), что бизнес, торговля по-прежнему превышает всего для поставщиков лекарств. «Черная пилюля продолжает вредить» — так называлась статья<sup>1</sup>, в которой говорилось о трагедии, связанной с другим медикаментом — бенедектином (США), или, что то же самое, дебендоксом (Великобритания). Средство, расхваленное как отличное против тошноты у беременных, привело к печальному результату — у американских супругов Мекдичи родился ребенок с дефектами развития.

Фирма «Меррел», в свое время причастная к трагедии с талидомидом, активно распространяла и эту «черную пилюлю».

Давно уже проверяют действие на формирующийся организм каждого нового лекарства. Сейчас установлено, что лекарств, безразличных для плода, нет. Но для того, чтобы проявилось тератогенное действие данного препарата, существует определенный критический срок в развитии будущего ребенка. Поэтому в одних случаях у женщин, принимавших лекарство, рождается здоровый ребенок, а в других — от того же препарата возникает уродство. Разумеется, в последнем случае надо исключить возможность генетических дефектов.

Каким образом лекарства нарушают нормальное развитие плода?

Одни вещества вступают в соединение с ДНК, РНК, ферментами клеток плода (или зародыша на ранних стадиях). То есть действие их может быть различным по механизму, но одинаковым по результату: беременность либо прерывается, либо возникают уродства.

Другие вещества вызывают мутации в клетках плода или в половых клетках родителей. О мутагенном действии различных факторов мы еще не рассказывали, поэтому посвятим этой проблеме следующую главу.

<sup>1</sup> «Литературная газета», 1981, 16 октября, с. 13.



### 3. Лишняя чашка кофе

В 1900 году один из первооткрывателей забытых идей Г. Менделя, голландский ботаник Гуго де Фриз, предложил мутационную теорию, объясняющую возникновение новых признаков, имеющих решающее значение при видообразовании. Де Фриз предположил, что для совершенствования вида необходимы не мелкие, едва заметные, случайные изменения, накапливающиеся постепенно (как считал Дарвин), а резкие, внезапные скачки от одной формы к другой — мутации, стойко передающиеся от родителей потомству.

В 1886 году де Фриз нашел на поле около Амстердама несколько дикорастущих растений ослинника (*Oenothera Lamarckiana*). Из семян, собранных с растения, он получил многочисленное потомство и обнаружил, что после скрещивания растений друг с другом в потомстве появляется значительный процент новых форм и некоторые из них настолько отличаются от первоначального дикого растения, что могут быть приняты за новые виды. И на самом деле здесь обнаруживаются новые виды, так как свои новые особенности растения передают по наследству следующим поколениям. Для внезапно возникающих наследуемых изменений ослинника де Фриз ввел термин «мутация», который с тех пор прочно вошел в генетику.

Впоследствии оказалось, что изменения, которые наблюдал де Фриз, связаны не с мутациями, а с полиплоидией и другими изменениями в наборе хромосом необычного кариотипа<sup>1</sup> растения. Термин «мутация» был сохранен для обозначения изменений в качестве, количестве и расположении генов.

О мутации говорят тогда, когда признак, передавшийся по наследству, появляется впервые у данного организма или его предков. Английская королева Виктория происходила из рода, в котором гемофилия была неизвестна. Предполагают, что мутация, вызвавшая гемофилию, появилась в зародышевых клетках одного из ее родителей, то есть королева была гетерозиготна по гену гемофилии, появившемуся вследствие мутации.

<sup>1</sup> К а р и о т и п — совокупность особенностей хромосомного комплекса, касающихся числа и формы хромосом.



Мутации генов меняют химический состав или строение исходного гена. Новый ген способен к воспроизведению своей точной копии при клеточном делении. Поэтому от мутации нет возможности избавиться, если только новая мутация не вернет первоначальную форму или химический состав мутировавшему гену. Но это бывает очень редко. Так как ген — это часть ДНК, то мутация гена — это изменение числа, типа и порядка расположения нуклеотидов, которые формируют в ДНК данный ген. Такие изменения будут воспроизводиться в последующих поколениях клеток. У видов, размножающихся половым путем, потомству передаются мутации, появляющиеся в зародышевых клетках и в гаметах.

Мутации закономерно возникают у всех живых существ. Каждый ген мутирует очень редко: один раз в тысячах или миллионе клеток. Но генов очень много, и общая частота мутирования только в одном поколении может быть значительной. «У человека некоторые мутации, например гемофилия, встречаются относительно часто, а именно 1 на 50 000, это значит, что примерно 1 гамета на 50 000 гамет несет вновь возникающий ген гемофилии. На основании разных соображений можно сделать вывод, что большинство генов человека мутирует менее часто: возможно, один раз на 100 000 гамет или... еще реже. Если сделать скромные допущения, что среди них 23 хромосомы несут 10 000 генов, из этого следует, что одна гамета из десяти несет новый мутировавший ген»<sup>1</sup>.

Так же, как гены, мутации могут доминировать или быть до поры до времени скрытыми в потомстве. Поэтому рецессивную мутацию гена можно обнаружить лишь тогда, когда другая гамета окажется с тем же самым рецессивным геном. Исключением являются мутации, затронувшие гены в половых хромосомах. Они обнаруживаются у первого же потомка (ХУ) с мутировавшим геном. Многие доминантные мутации тоже не сразу становятся видны. Поэтому, когда говорят, что одна из десяти гамет человека несет новую мутацию, это не означает, что один ребенок из десяти будет ненормальным или необычным.

У человека, как у любого другого вида, мутации неизбежны. «Каждое мутирование данного гена повторяется с определенной невысокой частотой, и весьма вероятно, что у вида с долгой эволюционной историей каждая возмож-

<sup>1</sup> Ш. А у э р б а х. Генетика. М., Атомиздат, 1966, с. 274—275.



ная мутация встречалась многократно...» У вида, который на протяжении долгого эволюционного процесса приспособился к окружающей среде и образу жизни, все полезные изменения в генах уже включены в его генотип. Поэтому все, что принесут мутации в дополнение, окажется вредным. Кто-то из генетиков сравнил мутации с опечатками в тексте. Как правило, опечатки текст не улучшают.

Лет 25 назад в Индии во время охоты поймали тигрицу с тигрятами. Один из них оказался белым. Когда он подрос, его шерсть стала обычной, полосатой. Но шерсть его потомка снова оказалась белой. Такой она и осталась.

Полезна ли такая окраска для тигра-альбиноса? Очевидно, нет, так как белая шерсть выдавала бы его и охотнику, и жертве. Это — плохой «маскировочный халат» для джунглей. Если бы он, как белый медведь, жил во льдах, тогда другое дело.

Чем сложнее генетическое управление признаком, тем легче оно нарушается в результате мутирования одного из генов, им управляющих. Если в просто устроенной машине заменить какую-нибудь деталь другой, близкой по конструкции, машина не перестанет работать. Если в сложнейшем кибернетическом аппарате откажет хотя бы один элемент с индивидуально подобранным параметром, аппарат выйдет из строя. Однако ни одна даже самая сложная машина не может сравниться с самым примитивным организмом и даже с одной живой клеткой или с одной только спиралью ДНК!

Негативная роль большинства мутаций — одна из важнейших проблем современной генетики. До конца еще не выяснены причины природных мутаций. Хотя уже доказано, что радиация (ультрафиолетовые и рентгеновские лучи, видимый свет) является мутагенным фактором. В 1927 году американским ученым Г. Мёллером было продемонстрировано действие лучей рентгена на наследственность плодовой мушки-дрозофилы. Мёллер таким путем получил в сотни раз больше мутаций, чем они происходят в естественных условиях. Дрозофилы оказались исключительно удобным объектом для генетиков, так как только за один год они дают 20 поколений, а за 5—6 лет — более 100. Это соответствует числу поколений человека за весь период культурной истории со времен Древнего Египта до наших дней.

Подтверждение опытов Мёллера на дрозофиле в нашей стране было впервые получено А. С. Серебровским.



Но еще раньше, в 1925 году, советские ученые Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов впервые получили стойкие мутационные признаки у дрожжей и плесневых грибов, подвергнув их облучению рентгеновскими лучами. Это был первый в истории генетики случай мутаций, вызванных физическим мутагенным фактором.

В 1928—1929 годах профессор Московского института экспериментальной биологии и медицины Н. К. Кольцов добился мутаций продолжительным действием на клетку высоких температур. В 1943 году другой наш ученый, И. А. Рапопорт (одновременно и независимо от него — английская исследовательница Ш. Ауэрбах), открыл роль химических веществ в процессе мутаций. И. А. Рапопорт получал мутации действием на клетки органического вещества этиленимина.

Вскоре было обнаружено мутагенное действие многих веществ, в том числе таких, которые люди давно употребляют в пищу — например, кофеина (содержится в кофе и чае).

Кофеин был одним из первых веществ, которое сочли необходимым проверить на мутагенность, так как он потребляется людьми в больших количествах. В растительных клетках он вызывал разрывы хромосом. В 1965 году появилось сообщение, что кофеин вызывает хромосомные разрывы в лейкоцитах человека, причем лишь некоторые из этих хромосом воссоединились с образованием перестроек. Это повреждение хромосом приводит к спонтанным, самопроизвольным абортам, которые часто остаются незамеченными. Но для того, чтобы это произошло, необходима очень высокая концентрация кофеина, поэтому генетический риск при потреблении его крайне мал, так как опасная концентрация намного выше той, которую употребляют любители чая и кофе. Мутагенный эффект кофеина, по-видимому, может усиливаться другими веществами или ультрафиолетовым облучением. Однако если кофеином злоупотреблять, прогноз в отношении потомства будет, видимо, все же весьма печальным.

В 1974 году в 550 семьях США обследовали беременных женщин, систематически употреблявших кофе, и проследили судьбу их детей. 14 женщин из этих семей выпивали более 6 чашек кофе в день. У 13 из них развитие плода прекратилось, и беременность прервалась.

Кофеин очень быстро достигает клеток плода, проникая в амниотическую жидкость, окружающую плод.



Многие другие вещества, с которыми человек сталкивается в быту и на производстве, могут вызывать мутации. Например, бензол, если его концентрация на производстве превышает допустимые нормы. Бензол вызывал мутации у рабочих-полиграфистов США, причем они проявлялись не сразу, а через 1—3 поколения. Таким образом, страдали внуки и правнуки тех, на чьи гены действовал бензол. Бензол и вообще фенолы, к группе которых он принадлежит, вызывали перестройки хромосом в клетках крови людей, которые с ними работали.

В сельском хозяйстве широко применяются различные вещества для борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений. Их применение обосновано и дает хороший экономический эффект. Это привело к расширению масштабов их использования и к накоплению в растениях, в воде и почве. Из растений пестициды (как их еще называют) попадают в организм животных и людей. Они способны проникать и через плацентарный барьер.

Специальные исследования, проведенные в США, показали, что в крови и тканях новорожденных содержатся ДДТ и его производные. В США и ряде стран Запада ДДТ также был обнаружен в женском молоке. В нашей стране ДДТ в сельском хозяйстве не применяют, а другие пестициды под контролем санитарной службы.

Часто их испытывают на мутагенность в лабораториях на животных или растениях. Однако химические вещества, которые вызывают мутации у дрозофил, кукурузы и мышей, не обязательно окажутся мутагенными для человека, и наоборот. В этом сложность проверки их действия на животных и растениях.

Клетки с поломанными хромосомами вне зависимости от того, соединяются ли они в новой форме или нет, выживают до процесса деления, но при делении или вскоре после него гибнут. Делящиеся клетки гораздо более чувствительны к мутагенному действию облучения и других факторов, поэтому тем большая опасность подстерегает развивающийся зародыш.

Опасными мутагенами для него будут все виды лучистой энергии: жесткие гамма-лучи, ультрафиолетовое излучение и т. д.

Воздействие лучистой энергии может прервать развитие и вызвать гибель плода. После взрыва атомной бомбы в Японии 18,7 процента беременностей закончились выкидышами, до 23,3 процента — рождением мертвых детей.



26 процентов новорожденных погибло вскоре после рождения из-за повреждений, вызванных облучением. Под воздействием облучения могут возникать мутации в половых клетках плода, и тогда отрицательные последствия проявятся во втором и третьем поколениях.

В клетках тела плода облучение вызывает врожденные аномалии: нарушение зрения, «волчью пасть», пороки развития скелета. Именно поэтому беременным женщинам без особой необходимости не назначают рентгенологические обследований.

#### 4. Страшные последствия от «прекрасных» лекарств

После трагедии с талидомидом стали проверять на тератогенность все лекарства. Но в последние годы их количество намного увеличилось.

Сейчас известно более 40 000 лекарственных препаратов, причем только США ежегодно производят около 40 новых лекарств. Многие лекарства импортируются к нам из-за рубежа, еще больше создает отечественная фармацевтическая промышленность. На прилавках аптек появляются десятки лекарств от всевозможных болезней или состояний, выходящих за рамки нормы. Справочники лечебных препаратов очень быстро становятся устаревшими, врачи не в состоянии освоить лавину новой лекарственной информации. В коробочках с лекарствами почти всегда есть сопроводительная записка: от каких болезней, дозировка, как принимать, противопоказания, побочные действия... Большинство грамотных людей уверены, что они могут во всем этом разобраться самостоятельно. Но и врачи бывают недостаточно осведомлены, так как не успевают следить за колоссальным потоком информации. Лишь в редких случаях врач принимает участие в испытании лекарств в опытах на животных. О результатах опытов он обычно узнает лишь спустя много времени.

Многие вещества могут подействовать непосредственно отравляющим образом на клетки зародыша. Прежде всего это лекарства, которые применяет будущая мать. Они не вызовут мутаций, а просто отравят. Поэтому эмбриологи говорят об их эмбриотоксическом эффекте. От мутаций такой эффект отличается тем, что нарушения, им вызванные, не наследуются, так как затрагивают не половые



клетки, а структуры развивающегося эмбриона. Если женщина повредила своему ребенку, принимая лекарство во время одной беременности, то второй ребенок может родиться совершенно здоровым при условии, что во время следующей беременности женщина это лекарство принимать не станет.

Лекарства могут нарушать структуры ДНК, РНК, цитоплазматические структуры клеток центральной нервной системы. Это приведет к дефектам умственного развития, которые проявятся намного позже рождения.

Вот почему сейчас существует правило: лечить беременную женщину лекарственными препаратами только тогда, когда болезнь угрожает ее жизни и без них пройти не может.

Многие лекарства легко проникают к плоду через плацентарный барьер. Особенно отличаются этим свойством новые антибиотики. Так многие микроорганизмы приспособились к пенициллину, стрептомицину и другим антибиотикам, применявшимся раньше, фармакологи создают новые мощные средства, помогающие при тяжелых болезнях наподобие общего заражения крови, пневмонии, стрептококковых и стафилококковых инфекций и т. п. Это — прекрасные лекарства, спасающие жизнь тысячам больных, но все они достигают тканей плода. Концентрация их в крови плода составляет 25—50 процентов от концентрации в крови матери, только плод реагирует на них иначе, чем взрослый человек. Чаще всего отрицательное влияние антибиотиков на плод сказывается в 3—4 месяца внутриутробной жизни.

Особенно быстро через плаценту проникают тетрациклин и другие антибиотики тетрациклинового ряда. Они накапливаются (до 75 процентов от их содержания) в крови матери, в костях плода и закладках зубов. Поэтому нарушается нормальный рост скелета, после рождения зубы недоразвиваются и быстро портятся. В зависимости от того, когда женщина принимала тетрациклин, будут страдать либо кости (если в середине беременности), либо зубы (если в ее начале).

Даже аспирин, широко распространенное лекарство, продающееся без рецепта в любой аптеке, может приводить к серьезным болезням сердечно-сосудистой и дыхательной систем у новорожденных. Аспирин вызывает патологию мышц стенок легочных артерий плода. (Их стенки, так же как стенки всех артерий, состоят из гладких



мышц.) Артерии блокируются, путь крови к легким перекрывается, возникают изменения в сердце вплоть до врожденных пороков.

Препараты, понижающие свертываемость крови, вызывают другие тератогенные эффекты. После их приема беременной женщиной у нее может родиться ребенок с недоразвитым носом и другими дефектами лица, задержкой физического развития. По-видимому, тератогенным действием обладают и противоопухолевые препараты.

У женщин-анестезиологов чаще, чем обычно, прерывается беременность или рождаются дети с какими-либо уродствами. В США среди новорожденных у матерей-анестезиологов оказалось в два раза больше детей с пороками сердечно-сосудистой, костно-мышечной и центральной нервной систем. Причины этого явления пока точно неизвестны, хотя можно предположить, что летучие наркотические вещества (эфир и т. п.) могут проникать в организм беременной женщины-анестезиолога во время ее работы.

Само слово «витамины» происходит от «вита» — жизнь. Они действительно необходимы для нормальной жизнедеятельности организма. Когда в рационе отсутствует какой-либо из витаминов, возникает авитаминоз — болезнь, которая не поддается лечению лекарствами. Ее может вылечить только витамин, иначе наступит смерть. Кому не известны «эпидемии» цинги, уносившие сотни жизней, когда в пище не хватало витамина С? Причины таких болезней оставались загадочными на протяжении тысячелетий. Открытие витаминов в первой четверти нашего века и изучение их действия позволили избавить человечество от цинги, пеллагры, бери-бери, рахита и ряда других болезней.

Но вскоре после этих побед заметили, что отсутствие внешних проявлений авитаминоза еще не означает полного достатка витаминов. Частичная их недостача — гиповитаминоз — приводит к нарушению обмена веществ, уменьшению сопротивляемости инфекциям, к функциональным и даже органическим нарушениям. Когда попытались выяснить оптимальные потребности людей в витаминах, то оказалось, что они меняются в зависимости от условий. Их благотворное действие было признано всеми. Но увлечение витаминами привело к другой крайности — гипервитаминозам, избытку витаминов в организме. Избыток не проходит даром: обнаружались не только признаки отравления некоторыми из них, но и тератогенное



действие на развивающийся организм. Вреден как недостаток, так и избыток витаминов. Если в организме не хватает витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина), у плода может возникнуть водянка головного мозга. Нарушение обмена фолиевой кислоты почти в пять раз увеличивает количество детей, родившихся с уродствами центральной нервной системы. Развитие зародыша задерживается от действия избытка витамина В<sub>6</sub> (пиридоксина) и пантотеновой кислоты. Эксперименты на животных выявили тератогенный эффект как избытка, так и недостатка витамина А (ретинола). Среди других витаминов он наиболее опасен как тератоген. Введение больших доз этого витамина беременным самкам животных вызывало у всех эмбрионов расщепление неба, а у половины из них — отсутствие мозговой части черепа — анэнцефалию. Аномалии развития возникали в такой последовательности: сначала появлялись дефекты нервной системы, затем — нижней челюсти, расщепление неба, укорочение лицевой части черепа, повреждения наружного и среднего уха, аномалии в развитии глаза.

Кортизон и метилтиоурацил увеличивали тератогенную активность витамина А; инсулин, тироксин и витамины группы В (при одновременном введении с витамином А) уменьшали количество эмбрионов с расщеплением неба. «Эти факты должны учитываться в работе женских консультаций», — пишет Я. Б. Максимович, автор книги «Прописывание, несовместимость и побочное действие лекарственных средств» (Киев, 1979), которая, несомненно, должна стать настольной у каждого врача.

Как писал известный врач А. С. Залманов в книге «Тайная мудрость человеческого организма»: «Врачи могут многое сделать для сохранения и продолжения жизни, если они будут всегда уважать... «мудрость организма», которая заключается в том, что «жизнь избегает грубых, аритмичных, неуправляемых взрывов. Небольшие колебания, маленькие химические реакции при умеренной температуре дают организму сопротивляемость крепче стали и направляются с точностью и тонкостью, не свойственной технике термитов»<sup>1</sup>.

Поэтому, по возможности, избегайте лекарств, которые вы часто назначаете сами себе, и доверяйте «тайной мудрости» своего организма.

<sup>1</sup> А. С. Залманов. Тайная мудрость человеческого организма. М.—Л., 1966, с. 10.



### 5. Слишком сильный ветер, слишком большой шум, слишком яркий свет

На XIV Международном генетическом конгрессе академик Н. П. Дубинин говорил о том, что в настоящее время в мире ежегодно около 11 процентов детей рождается с какими-нибудь дефектами. Большинство дефектов возникает под воздействием факторов окружающей среды. Около 80 процентов всех уродств вызывают тератогены, и лишь 20 процентов имеет генетическую природу.

Есть и еще ряд причин, отрицательно действующих на развитие плода. Из тех, что относятся к факторам окружающей среды, это прежде всего недостаток питания. Правда, под этим надо понимать недостаток многих необходимых веществ: углеводов, белков, гормонов, витаминов, минеральных солей, микроэлементов и кислорода.

Существуют основные принципы рационального питания будущей матери, в которых отразились и мудрость прошлых поколений, и опыт, основанный на врачебных наблюдениях. Вот, например, какие советы дает Рудольф Нойберт (ГДР) в своей «Новой книге о супружестве»: «Рацион беременной должен состояться особенно тщательно и быть особенно полноценным. Будущая мать не нуждается в значительном увеличении количества пищи сравнительно с прежним рационом, так как рост ребенка происходит постепенно и распределяется на 280 дней. В особенности не следует увеличивать в рационе беременной содержания жиров, последнее не должно превышать их содержания в нормальном полноценном рационе. Напротив, беременная должна следить за тем, чтобы ее рацион был обогащен всеми витаминами от А до Е, так как у растущего ребенка потребность в витаминах повышена. Особенно важен витамин Д, предохраняющий от рахита, а также витамин Е. Недостаток витамина Е угрожает сохранению беременности<sup>1</sup>.

Достаточное количество полноценного белка беремен-

<sup>1</sup> Р. Нойберт писал свою книгу тогда, когда многое о тератогенном действии витаминов не было известно. Его замечание справедливо лишь в отношении естественных витаминов, получаемых с пищевыми продуктами. Назначение синтетических витаминов требует большой осторожности.



ная может получить с молоком и молочными продуктами (творог, сыр). Возникающую жажду она утоляет фруктовыми соками. Часто в первое время у беременной возникает аппетит на необычную пищу... Добавка этих лакомств к рациону не вредит ни матери, ни ребенку».

Несколько лет назад в Японии обратили внимание на то, что в небольших городах, расположенных вокруг крупного аэропорта в Осаке, женщины часто производят на свет недоношенных или задержанных в развитии детей.

Оказалось, что сильный шум не безразличен для клеток плода. Если взрослый человек может адаптироваться к шуму на производстве, дома или на улице, то плод этого сделать не в состоянии. Сильный шум (более 90 дб) представляет реальную опасность для будущих поколений. Возможно влияние комплекса геобиологических факторов.

Например, в Англии до 3 000 детей, главным образом девочек, рождаются с пороками развития спинного мозга. В этой же стране у многих новорожденных ежегодно обнаруживаются аномалии внутренних органов: у 3 000 — 4 000 мальчиков — сужение входа в желудок, у 4 000 — аномалии сердечно-сосудистой системы.

В Японии часто встречаются дети с аномалиями в развитии полости рта; в некоторых племенах северо-американских индейцев — с врожденным вывихом бедра.

Климат, в котором живет человек, также относится к тем внешним факторам, которые оказывают влияние на развитие его потомков. Люди, живущие в разных климатических зонах земного шара, отличаются друг от друга многими биологическими признаками, среди которых и темпы формирования плода.

Ученые проанализировали средний вес (массу) новорожденных на разных континентах. Получились неодинаковые величины: в Европе — 3341 г, в Африке — 2951 г, в Индии — 2815 г, в Австралии — 2808 г. Эти различия в массе сохранялись, когда взвешивание новорожденных производилось при одинаковой температуре окружающего воздуха.

Может быть, разница в массе зависела от особенностей питания женщин на разных континентах? Или от генетической конституции людей?

Исследования продолжались. Новорожденных взвешивали в одном географическом регионе в разные времена



года, учитывая барометрическое давление, температуру, облачность, количество выпавших осадков, скорость ветра и т. д. Масса детей колебалась в зависимости от времени года, достигая максимума (3 040—3 120 г) в январе, феврале и марте. Затем до июля — августа наблюдалось ее заметное уменьшение (до 2 940—3 060 г), а потом вновь постепенное возрастание к январю — февралю. Хотя колебания незначительны и несущественны для новорожденного, интересен сам факт их существования, доказанный строгими математическими методами.

Есть ли связь между массой новорожденных и какими-нибудь отдельными метеорологическими факторами? Оказывается, есть: она зависит от атмосферного давления и скорости ветра. Эти факторы действуют на плод через организм матери и, скорее всего, имеют глубокие биологические корни. Влияние окружающей среды приводит к изменениям в обмене веществ беременной, которые неизбежно отражаются на формировании и росте плода. Так же одна из серьезных причин нарушения эмбрионального развития — недостаток кислорода. Гипоксия — недостаток кислорода в крови и тканях организма в первые дни развития зародыша — приводит к его гибели. Если гипоксия возникает позже, нарушается развитие органов, появляются уродства, а иногда и смерть до рождения. Причин, вызывающих недостаток поступления кислорода к плоду, много. Прежде всего это воздух с малым содержанием кислорода, окружающий организм матери, — душное, накуренное помещение, вредное производство с запахом нитролаков, ацетона, бензина и т. п.

Некоторые заболевания беременной женщины способны нарушать поступление кислорода через плаценту (изменение строения плаценты, заболевания сердечно-сосудистой системы). Патология плода и его оболочек также может быть причиной нарушения газообмена. Так или иначе, разобраться в этих сложных вопросах помогает врач женской консультации, систематически наблюдающий за здоровьем будущей матери.

## 6. Опасные болезни

В 1963—1965 годах в США вспыхнула значительная для нашего столетия эпидемия вирусной краснухи, обычно не считающейся опасной. Краснухой переболели многие



беременные женщины. Если болезнь наступала в первые три месяца беременности, они рождали мертвых детей (таких случаев было зарегистрировано 30 000!) или детей с врожденными дефектами. Около 20 000 детей (!) родились с катарактами глаз, пороками сердца и нарушениями в развитии психики, проявившимися позже.

Гипоксию может вызвать курение родителей.

Особо необходимо сказать о курении. Оно ведет к гибели плода, убедительная статистика доказывает это. В Англии 1 500 детей ежегодно погибают до рождения от того, что во время беременности их матери курили.

Курение не только вызывало уменьшение массы тела новорожденного и гибель до рождения. На руках детей появлялся особый признак — «обезьянья складка кожи».

При вскрытии собак, принадлежавших курильщикам, один шведский врач обнаружил у несчастных животных рак легких. Главная опасность, как сейчас считают врачи, заключается в радиоактивности табачного дыма. Табачный дым — основная причина хронических бронхитов, причем фильтр сигареты не может задержать атомы полония, свинца или висмута. Радиоактивные изотопы циркулируют в крови курильщиков и могут накапливаться в ткани любого органа, даже слюна курильщика становится радиоактивной<sup>1</sup>.

Никотин, бензпирен, изотопы свинца, висмута и полония, попадая из легких в кровь беременной женщины, очень быстро достигают плода. Выкуривание всего одной сигареты заметно меняет частоту его сердцебиений. Ученые ФРГ установили, что у курящих женщин гораздо чаще бывают преждевременные роды. Из 100 новорожденных, матери которых выкуривали в день более пяти сигарет, четверо умирают в первые же сутки после рождения. Так же часто умирают дети курящих отцов, даже в том случае, если матери не курят. Вот почему все чаще говорят: «Ребенок курит вместе с родителями». В одной из английских больниц, в целях борьбы с курением беременных, выставили макет мальчика с сигаретой во рту. Надпись рядом гласила: «Я начал курить еще до рождения».

В 1980 году в издательстве «Знание» вышел сборник «Общество и природная среда». В статье академика А. В. Сидоренко «Охрана окружающей среды и рациональ-

<sup>1</sup> См.: Табаку предъявлены новые обвинения. — Наука и жизнь, 1965, № 1, с. 146—147.



ное использование природных ресурсов в СССР» приводятся впечатляющие данные о загрязнении биосферы:

«В 70-х годах в биосферу Земли попало примерно 2 миллиона химических соединений, не считая химических удобрений. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 40 тысяч химических веществ, которые использует человечество, обладает вредными для человека свойствами. Ежегодно в мире синтезируется более 250 тысяч новых химических соединений, из них около 300 используется в производстве и могут поступать в окружающую среду». Стоит ли добавлять к этим тысячам вредных веществ те, которыми по собственной доброй воле родители отравляют своих будущих детей?

Несколько лет назад ученые ФРГ описали новую патологию новорожденных — алкогольный синдром плода. Ее признаками являются врожденные физическая и умственная задержка развития, уменьшение объема мозга, множественные уродства костей лицевого отдела черепа и конечностей. Больше чем у половины детей встречаются пороки развития сердца, реже — «волчья пасть» и укорочение ногтей. Такие же наблюдения были опубликованы и во Франции, и в США. Дети с алкогольным синдромом рождались у систематически пьющих женщин.

Механизм возникновения этих нарушений развития объяснить несложно, он тот же, что и при отравлении табачным дымом: алкоголь, проникая из крови матери через плацентарный барьер, непосредственно влияет на клетки и ткани плода.

В ФРГ число женщин-алкоголичек достигает 150—200 тысяч, поэтому специалисты ожидают ежегодного рождения 1 500—3 000 детей с алкогольным синдромом.

По мнению немецких ученых, доза, вызывающая алкогольный синдром плода, — 60—80 г алкоголя в день. При такой дозе гибель до рождения наступает в 20—50 процентах случаев, а смертность новорожденных увеличивается до 17 процентов. Однако исследования, проведенные в Англии, привели к другому выводу. Оказывается, вообще не удастся установить уровень алкоголя в крови матери, который был бы безвредным для плода. Следовательно, доза 60—80 г алкоголя ежедневно очень сильно завышена! Беременная женщина во имя здоровья будущего ребенка вообще не должна ни пить спиртное (в любом виде), ни курить.

Средняя частота рождения детей с алкогольным синд-



ромом (по данным английских исследователей) составляет два случая на тысячу новорожденных, а с отдельными признаками этого заболевания — три-пять на тысячу.

Исследования советского врача-психиатра Л. А. Богданович показали, что у женщин, часто употребляющих спиртное, примерно в 26 процентах случаев наблюдается токсическая беременность. Роды у них протекают очень тяжело и часто бывают патологическими. Каждый четвертый ребенок у таких женщин рождается мертвым.

Не менее страшна проблема «воскресных» или «праздничных» детей, зачатых родителями в состоянии опьянения. Эта проблема стара, как мир. Один из мифов древних римлян рассказывает о том, что Юпитер обладал красивым, совершенным телом, огромной физической силой и большим умом. А его сын Вулкан родился хромым и необузданным потому, что был зачат Юпитером во время сильного опьянения.

В Риме на стенах домов алкоголиков писали изречение Плутарха: «Пьяницы рожают пьяниц». По законам Рима молодым людям до 30 лет строго запрещалось пить вино и особенно это относилось к жениху и невесте во время свадьбы.

Под влиянием алкоголя сперматозоиды и яйцеклетки сморщиваются, иногда соединяются неправильно, а это ведет к уродствам или гибели плода.

В 1898 году немецкий ученый М. Симмонде обнаружил, что у мужчин-алкоголиков происходит жировое перерождение семенных канальцев половых желез и их рубцевание. Позднее было доказано, что в этих железах наблюдаются патологические изменения, приводящие к прекращению сперматогенеза — выработки сперматозоидов. В семенной жидкости алкоголиков до 70 процентов неполноценных и неподвижных сперматозоидов.

Американский журнал «Тайм» приводит данные о распространении алкоголизма в США: «В последнее время алкоголизм усиленно распространяется среди людей в возрасте 20—40 лет, а также среди женщин. В 50-х годах, по данным Национального института психиатрии, одним из каждых пяти или шести алкоголиков была женщина. Сейчас на каждых четырех мужчин-алкоголиков приходится одна женщина-алкоголик».

Во всем мире (за исключением лишь некоторых стран — см. «Курьер ЮНЕСКО», февраль 1982, посвященный проблеме наркотиков) алкоголизм начинает ста-



пови́ться национальным бедствием, и количество детей — невинных жертв пьяного зачатия — увеличивается. Это олигофрены — умственно отсталые дети, основной контингент вспомогательных школ.

В начале нашего века психиатры, наблюдавшие умственно отсталых детей, установили, что многие из них были зачаты во время праздников, когда их родители были пьяны. Даже однократное опьянение, в момент зачатия может быть причиной слабоумия родившегося ребенка и других болезней, сопутствующих ему в жизни. «Вино губит душу людей и их потомство», — писал тогда Л. Н. Толстой.

Сейчас доказано, что в ста процентах случаев опьянение в момент зачатия приводит к рождению неполноценных детей. Только одна рюмка спиртного может привести к непоправимому несчастью. К сожалению, об этом до сих пор еще знают не все.

«Но было бы ошибкой считать полностью разрешенной у нас проблему ликвидации алкоголизма, — писал профессор В. М. Банщиков. — Еще Владимир Ильич Ленин указывал, что пьянство мы получили в наследство от царской России наряду с прочими атрибутами темноты и невежества. До сих пор не изжита порочная привычка «отмечать» любое событие жизни: получение зарплаты, выходной день, покупку какой-либо вещи. Иногда алкоголем начинают злоупотреблять в связи с различного рода неприятностями в семье, на службе...

К сожалению, число больных с алкогольными психозами и хроническим алкоголизмом, обращающихся в психоневрологические диспансеры, в ряде республик не снижается. Есть среди больных и женщины<sup>1</sup>. Здоровье женщины — это здоровье нации. От него зависит здоровье будущих поколений. Нет большего горя для матери, чем рождение больного ребенка. Нет большего счастья, чем здоровый и веселый малыш. А таким он и должен быть, свободный маленький гражданин свободного государства.

<sup>1</sup> В. М. Банщиков. Алкоголизм — проблема биосоциальная. — Наука и жизнь, 1972, № 2, с. 88.

НЕСКОЛЬКО  
И НЕРЕШЕННЫХ

Население Земли р  
ности, которое произо  
нах. В последние 30—  
Африки, Азии, Латин  
историю человечества  
низкого уровня, как з

Пока спорят, пред  
приходит на помощь т  
либо причинам имет

Бесплодие, вызван  
которых уже писало  
неная причина жен  
нию, трубная непр  
функции яичника. И  
зультате нарушения

также поддается ле  
излечимым бесплоди  
ют сперматозоиды)  
тогда эмбриология  
ние, методику кото  
ный акушер-гинеко  
с успехом им при

Это было в нача  
ввел сперму, пол



# VII

## НЕСКОЛЬКО РЕШЕННЫХ И НЕРЕШЕННЫХ ПРОБЛЕМ

Разве я просил тебя, творец,  
Меня создать из праха человеком,  
Из мрака я ль просил меня извлечь?

*Байрон, «Каин»*

### 1. Дети из колбы

Население Земли растет в результате снижения смертности, которое произошло прежде всего в развитых странах. В последние 30—40 лет оно происходит и в странах Африки, Азии, Латинской Америки. Никогда еще за всю историю человечества смертность не достигала такого низкого уровня, как за последние сто лет.

Пока спорят, предсказывают демографы, эмбриология приходит на помощь тем, кто хочет, но не может по каким-либо причинам иметь детей.

Бесплодие, вызванное хромосомными аномалиями, о которых уже писалось, неизлечимо. Наиболее распространенная причина женского бесплодия, поддающаяся лечению, трубная непроходимость и некоторые нарушения функции яичника. Бесплодие мужчин, возникшее в результате нарушения функций нейроэндокринной системы, также поддается лечению. Но если мужчина страдает неизлечимым бесплодием (когда в сперме вообще отсутствуют сперматозоиды), медицина помочь бессильна. Вот тогда эмбриология предлагает искусственное оплодотворение, методику которого в нашей стране разработал известный акушер-гинеколог профессор И. Жордания и которая с успехом им применялась в Институте физиологии и патологии женщины (Тбилиси).

Это было в начале 60-х годов. Профессор И. Жордания ввел сперму, полученную от всесторонне проверенных



допоров, троим женщинам. Дети — две девочки и один мальчик — родились совершенно здоровыми и нормальными.

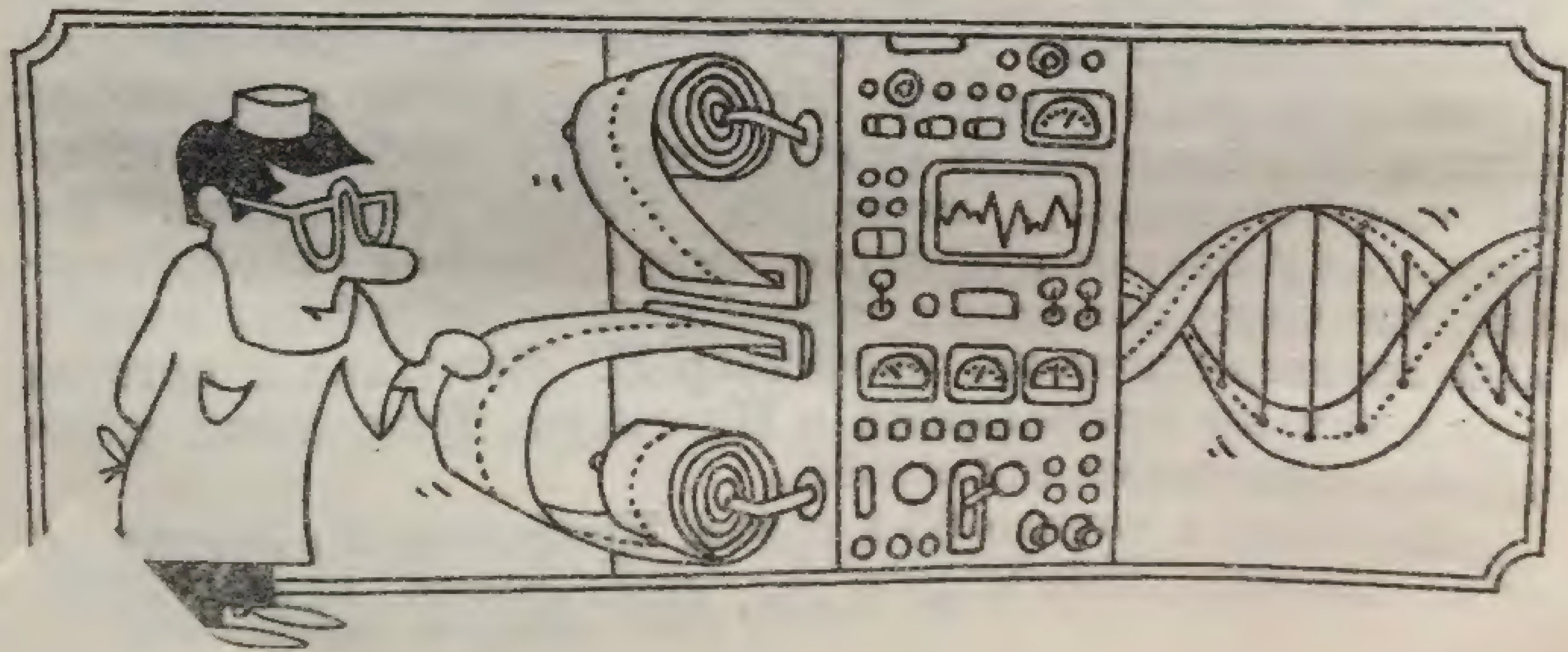
Метод искусственного оплодотворения широко применяется в Чехословакии, Болгарии, Италии, ФРГ, ГДР, Франции и США. Это — один из методов терапии бесплодного брака.

Другой метод — оплодотворение яйцеклетки вне организма, взятой у женщины оперативным путем. Вслед за оплодотворением производится пересадка раннего зародыша в матку той же женщины, у которой была взята яйцеклетка, или другой (тогда осуществляется так называемое «замещенное материнство»).

Сейчас и это применяется на практике. Наиболее известный результат — рождение дочери у супругов Браун в Лондоне в 1978 году.

Врачи Патрик Стептоу и Роберт Эдвардс проводили исследования по оплодотворению вне организма в течение 12 лет. Лесли Браун, которой к моменту операции было 32 года, страдала бесплодием из-за непроходимости маточных труб на протяжении 9 лет. В 1977 году у нее с помощью специального метода (лапароскопии) была получена зрелая яйцеклетка, которую оплодотворили в приборе половыми клетками мужа. Вне организма зародыш жил два с половиной дня, затем на стадии 8 бластомеров его посадили в матку матери.

На 16-й неделе беременности произвели дородовую диагностику хромосом плода и установили, что развивается нормальная девочка. 25 июля 1978 года с помощью кесарева сечения получили живую и внешне вполне нормальную девочку массой 2700 г.





И в дальнейшем, судя по сообщениям в печати, она чувствовала себя хорошо.

Так же, как искусственное оплодотворение, этот метод лечения бесплодия поставил ряд неожиданных проблем, юридических и моральных. В Англии появились статьи, в которых поднимался вопрос: можно ли после пересадок зародыша, если он был получен от гамет доноров (донорами могут быть и мужчины, и женщины), считать ребенка законнорожденным? Пока юристы и социологи ломали голову над этой проблемой, этим же методом началось развитие, закончившееся рождением еще 20 детей. Рекорд в этом отношении принадлежит Австралии — 13 рождений (восемь девочек и пять мальчиков). В ФРГ первый ребенок «из колбы» должен был появиться в апреле 1982 года, во Франции недавнее рождение малютки Амадины в родильном доме города Кламар, неподалеку от Парижа, стало событием, о котором писали все французские газеты. Амадина родилась крупным и здоровым ребенком, массой 3 кг 420 г при росте 51 см.

Разработанный английскими врачами метод преодоления бесплодия вызывает большую надежду во Франции, где каждая десятая семья не может иметь ребенка из-за той или иной причины физиологического характера, и в других странах мира.

Эмбриология помогает юристам опознать индивидуум, определить отцовство. Со временем она внесет изменения в гражданское право. Ведь теперь существует не только искусственное оплодотворение, но и оплодотворение спермой, законсервированной с помощью холода. Женщина может родить ребенка от своего мужа, долгое время живя вдалеке от него или будучи его вдовой. Возможно, пересадка яичников позволит в будущем родить ребенка женщине, которая потеряла на это надежду, но тогда фактически его матерью будет та, от которой были взяты яичники. Может быть, искусственный партеногенез вообще позволит обойтись без мужской половой клетки. Кто знает, может, настанет время, и, по желанию, женщина сможет сразу родить несколько близнецов. При современном темпе развития науки возможное рано или поздно становится былью.



## 2. Каким он будет, человек будущего?

Этот вопрос сейчас волнует многих.

В 30-х годах прошлого века ученые впервые обратили внимание на странное явление: рост детей увеличивался от десятилетия к десятилетию, половое созревание завершалось все раньше и раньше. Это явление называли акселерацией (от лат. *acceleratio* — ускорение) развития.

Последовательность развития различных систем органов и связанных с ним функциональных возможностей на каждом возрастном этапе запрограммированы наследственностью и идут в соответствии с определенным планом. Эту последовательность могут нарушить лишь заболевания или неблагоприятные условия среды.

Как же понять тогда явление акселерации развития? Почему генетическая программа в нашем веке реализуется иначе, чем в прошлом?

За последние 50 лет средний рост мужчин в некоторых районах нашей страны увеличился на 5—6 см, а за 100 лет 15-летние мальчики стали выше на 12—13 см, девочки — на 4—5 см. Соответственно возрастает масса — вес тела подростков.

Ускоряется даже развитие до рождения: за последние 20 лет длина новорожденных в среднем увеличилась на 2 см, а масса почти на 300 г. Заметили, что даже такие показатели изменились, как удвоение массы ребенка (по сравнению с его массой при рождении) к 5—6 месяцам: сейчас это происходит на месяц раньше. Быстрее прорезываются молочные зубы, на год раньше молочные зубы сменяются постоянными.

Чем старше становятся дети, тем больше они отличаются от своих одногодков, живших 100—120 лет назад, причем эти различия достигают максимума в возрасте 12—16 лет. Ускоряются многие другие биологические процессы организма, например, быстрее окостеневает скелет, устанавливается размер обуви и т. д. Половое созревание девочек, по сравнению с концом прошлого столетия, сдвинулось на 3—4 года.

Многолетние наблюдения за физическим развитием детей нашей страны позволили ученым сделать вывод, что сегодняшний 8-летний ребенок соответствует по своему росту и уровню физического развития 9-летнему, а 15-лет-



ний подросток — 17-летнему юноше, жившему в начале нашего столетия.

Акселерация сказалась и на увеличении размеров тела взрослых. Средний рост москвичей-мужчин в 1926 году был 168 см, а средний вес — 62,3 кг. В 1963 году средний рост москвича достиг 171,8 см, а средний вес 71,3 кг.

Та же картина наблюдается во всем мире. Средние данные, полученные учеными разных стран: за последние 100—120 лет подростки 14—16 лет стали выше на 15—20 см, причем половое созревание у них начинается на 3 года раньше. За этот же период рост взрослого человека увеличился на 7—10 см.

Из истории геронтологии известны факты слишком быстрого развития, приводившего к молниеносному «прокручиванию» жизни и резкому сокращению ее срока. Например, Людовик II Венгерский в 14 лет имел хорошую бороду, в 15 лет женился, в 18 поседел и в 20 умер со всеми признаками глубокой старости. В книге А. В. Нагорного «Старение и продление жизни» (1950) упоминается девочка, которая в 2 года менструировала, в 8 лет родила и в 25 лет умерла от старости.

Но это не относится к акселерации. Наоборот, отмечается существенное увеличение продолжительности жизни и замедление процессов старения.

Как объяснить акселерацию? Множество гипотез предложено учеными разных стран, но ни одна не дает исчерпывающего объяснения.

В 1935 году немецкий ученый Е. Кох попытался объяснить это удивительное явление тем, что дети значительно больше, чем прежде, бывают на солнце. Но в северных и южных странах акселерация идет не меньшими темпами, чем на экваторе.

В начале 40-х годов американский ученый Миллс предсказал прекращение акселерации к середине нашего столетия, но предсказание не оправдалось. Он объяснял это явление изменением климата планеты.

Высказывалось предположение, что на рост и развитие влияет витаминизация пищи и улучшение питания населения. Но акселерация началась тогда, когда витамины еще не были синтезированы. Действительно, в период Великой Отечественной войны рост и развитие детей резко замедлились. Но в Японии и в настоящее время дети получают меньше белков и жиров, однако акселерация идет не менее интенсивно.



Может быть, урбанизация населения и все, что с ней связано — телевидение, радио, кино и т. д., — способствует раннему интеллектуальному и сексуально-психическому развитию, а отсюда — ускорение роста и полового созревания? Но в сельских местностях ГДР, Англии, Исландии, где уровень жизни примерно такой же, как в городе, акселерация идет одинаково.

Высказывалась гипотеза о влиянии на организм радиоволн, но уже доказано, что радиоволны любого диапазона вызывают в организме лишь тепловой эффект, да к тому же 100—120 лет назад еще не было телевидения и радиостанций, а акселерация уже имела место. Не было тогда и атомных испытаний, не были открыты рентгеновы лучи. Тогда, может быть, повысился уровень космического излучения, падающего на землю? Но и здесь нет точного ответа, так как определять радиоактивный фон Земли начали лишь лет 40 назад, а что было прежде, неизвестно, то есть сравнить не с чем.

Возможно, меняется генотип современного человека? Однако история антропологии знает, что ускоренный рост людей уже был на нашей планете. Средний рост неандертальцев, живших на территории Европы 100—50 тысяч лет назад, был около 160 см. Люди современного типа, кроманьонцы, пришедшие им на смену, были высокими — около 180 см. В середине II тысячелетия до н. э. в Дании и в I тысячелетии н. э. в Греции люди были не ниже ростом, чем их потомки в середине нашего века.

Был прогноз в середине 60-х годов, что к 85—90-му годам акселерация должна прекратиться в экономически развитых странах и, наоборот, усилиться в слаборазвитых, наряду с ростом экономики и культуры.

Остается немного времени — и мы сможем засвидетельствовать, сбудется этот прогноз или нет. А пока современное общество должно считаться с этим явлением. Если прогноз не оправдается и в ближайшие 50 лет темп развития человека будет ускоряться дальше, возникнет много сложных и неожиданных проблем. Например, проблема жилых, служебных и культурно-просветительных помещений, транспорта. Быстрое ускорение роста может привести к дисгармониям в развитии, дополнительной нагрузке на сердечно-сосудистую, нервную, эндокринную и дыхательную системы. Могут возникнуть болезни акселератов, о которых прежде не было известно. Сам по себе



высокий рост не дает никаких преимуществ, он лишь ведет к диспропорциям, изменению центра тяжести тела.

Ряд новых проблем уже появился в педагогике. Акселерация развития, которую каждый испытывает в разной степени, приводит к тому, что коллектив одинакового возраста становится весьма разнообразным по степени биологической и социальной зрелости. Необходимо большое педагогическое мастерство, чуткость и методы индивидуального воздействия, чтобы суметь 30—40 человек привести к единой учебно-воспитательной цели.

При ускоренном созревании часто могут возникать расхождения между сроком наступления биологической и социальной зрелости подростка. Оценка «социальной зрелости» только по биологическим критериям может быть ошибочной. С другой стороны, в отдельные годы темп социального созревания может опережать биологическую зрелость. Если этого не учесть и продолжать с социально созревшим подростком обращаться как с ребенком, можно в нем вызвать антагонизм и усилить дух противоречия. Подростки начинают искать собственные, не всегда верные пути решения возникших вопросов.

В ученическом коллективе 5—6-х классов, когда по инерции их продолжают считать детскими, в настоящее время складываются взаимоотношения, традиционные для 8—10-х классов. Ускорение полового созревания требует поэтому иного подхода и большого такта со стороны родителей и педагогов. Методику воспитания так же, как методику преподавания, необходимо в связи с этим совершенствовать. Несомненно, акселерация сопровождается активацией умственной деятельности, поэтому дети начинают рано усваивать сложные, сугубо научные проблемы. Буквально с рождения ребенок, а затем подросток усваивает все возрастающий поток информации, поступающей по многочисленным каналам. Теперь уже никого не удивляет дошкольник, умеющий читать и писать, и не вызывает сомнений польза комплекса мер воспитания и образования, предусмотренных основными направлениями реформы общеобразовательной и профессиональной школы.

Ученые в наши дни продолжают решать одну из интереснейших загадок XX века, предлагая новые гипотезы для объяснения акселерации. Сейчас мы с уверенностью можем говорить лишь о том, что это — объективная закономерность эволюции человека, несомненно отражающая этапы развития органического мира.



### 3. Можно ли родиться вновь?

Эволюция долго шла по пути разнообразия, создавая организмы, хоть чем-нибудь отличающиеся один от другого, будь то амеба или человек. В природе за всю историю не было двух одинаковых существ. Даже очень похожие друг на друга однояйцевые близнецы чем-нибудь да отличаются. Рассказывают, что однажды родились два однояйцевых близнеца до такой степени похожих, что родители все время их путали. Даже родинки у них были на одних и тех же местах. Родители совсем уже было отчаялись, но вдруг заметили различие: вихор на макушке у одного был закручен вправо, у другого — влево.

Поэтому вопрос: можно ли создать точную копию живого организма, например, так, как станок штампует одинаковые детали или художник копирует картину, — многим покажется праздным. Каждый, кто хоть мало-мальски знает биологию, ответит отрицательно. Да и в самом деле, новый организм животного или человека возникает лишь после слияния двух гамет с разными генами, разной наследственностью. Дальше начинается жизнь существа, похожего на родителей и прародителей, но все же уникального по внешним и внутренним признакам. И его уникальность доказывается прежде всего тем, что от другого организма ему без специальной подготовки невозможно пересадить ни кожу, ни какой-нибудь орган.

Как известно, органы — почки, сердце, печень, кожу — все-таки пересаживают. Особенно хорошо удаются пересадки от одного однояйцевого близнеца другому. Но и в этом случае требуется с помощью лекарств — иммунодепрессантов — подавить «барьер несовместимости». Если не снизить сопротивление этого барьера, вначале трансплантат приживается, но вскоре (у млекопитающих через 10—12 дней) отторгается вслед за разрушением питающих его кровеносных сосудов.

Реакция организма будет иммунологической, как на бактериальную инфекцию, причем у всех позвоночных она протекает сходно: от рыбы — до человека.

Все дело в том, что клетки каждого индивидуума содержат генетически контролируемые молекулы или группы молекул, которые делают его уникальным. Поэтому для того, чтобы создать его точную копию, надо создать



копию его генотипа. А это возможно, если... взять его собственный генотип у него же самого. Ведь любая клетка тела (соматическая клетка) содержит ядро с двойным набором хромосом от отца и от матери. Значит... объединенную наследственность можно получить необычным путем, не таким, как предначертано природой. Можно заменить ядро яйцеклетки любым другим, лишь бы в нем был полный комплект хромосом, полный набор генов.

В разных клетках тела не все гены работают. Поэтому мышечная клетка отличается от нервной, а обе они — от клеток кожи. Мы уже говорили о том, что каждая группа клеток выполняет в организме свои функции в зависимости от ткани, в состав которой они входят. Они работают в полном согласии друг с другом, если организм здоров. Это напоминает оркестр, исполняющий симфонию, но каждый инструмент в нем ведет свою партию. Доказано, что различия клеток зависят только от работающих в них генов, но общий комплекс наследственных задатков в них одинаков и сохраняется таким с момента слияния в зиготе наследственных задатков родителей.

Значит, если в яйцеклетке заменить ядро ядром клетки тела, можно получить новый организм, с полным комплектом хромосом от отца и матери, но минуя процесс оплодотворения, то есть тогда удастся буквально «обвести природу вокруг пальца».

Как говорилось ранее, подобные эксперименты осуществил доктор Гердон с икринками лягушек, в которые успешно удалось пересадить ядра из клеток кишечника головастиков. Сейчас в лабораториях мира есть и лягушки, и мыши, произведенные аналогичным образом. Они размножаются и дальше точно так же, без участия отцовских гамет и оплодотворения. Получается серия потомков, аналогичная потомкам растений, размножаемых вегетативно (черенками, усами или отводками). Поэтому такой тип размножения называли так же, как у растений, клонированием. Клон, как это теперь понятно, представляет собой сверхчистую линию потомков, никакая посторонняя наследственность, никакие «пришлые со стороны» гены к ней не подмешаны.

Копии животных могут «печататься», как с клише, совершенно одинаковые, из каждой клетки тела — новый, но абсолютно такой же организм. Клоны животных очень нужны ученым. Это — искусственно созданные «вегетативные близнецы», на которых можно испытывать лекар-



ственные препараты и делать выводы о характере их действия.

Во всех опытах по клонированию участие яйцеклетки обязательно. Даже при самых фантастических успехах генетики сохраняется принцип Гарвея: «Все живое — из яйца».

Можно ли скопировать человека? Умопомрачительная идея, на грани фантастики. Но нужны ли клоны одинаковых людей? Для того, чтобы ответить на эти вопросы, сначала посмотрим, только ли гены создают человека. Знания, язык, культура не передаются по наследству. Никакие личностные качества человек не может получить с комплексом генов. Доказательством этому служит судьба детей, случайно попавших на воспитание к животным. Эти дети имели полную генетическую программу, свойственную нормальным людям, но вне общения с себе подобными она не привела к формированию личности.

В 1920 году в Индии, в джунглях, среди волчат были обнаружены две девочки. Их обследовали врачи и психологи. Внешне старшая выглядела лет на 7—8, младшая — года на два. С ними специально занимались в воспитательном доме. Камала — так звали старшую — ходила и бегала на четвереньках, хватала пищу ртом, не хотела одеваться, предпочитала темноту дневному свету и выла по ночам. Амала (младшая) училась быстрее, но прожила в новой среде лишь год. Камалу удалось научить стоять прямо, ходить, носить одежду, произносить слова. К 1924 году в ее словаре было шесть слов, в 1927 — сорок пять. Постепенно ей стало нравиться общение с людьми, и она привыкла к человеческому образу жизни, хотя и была сильно отсталой по сравнению со своими сверстниками. Она умерла в возрасте 17 лет, через 9 лет после того, как оставила волчье логово.

...Когда обследовали 63 пары однояйцевых близнецов и 54 пары двухъяйцевых по 11 тестам, с целью выявить их интеллект и творческие способности, то убедились в том, что одинаковая наследственность не играла или почти не играла роли в их формировании.

Одинаковая наследственность совсем не обязательно обуславливает одни и те же качества и тот же способ поведения. Как ни странно, генетические качества вида *Homo sapiens* на протяжении всей его истории оставались практически без изменений, несмотря на постоянное совершенствование. Хотя теоретически и возможно клони-

рование людей.  
ний одного че  
тайнства прир  
нибудь гения,  
можно создать  
ности или цел  
фильме «Рим  
ется серия од  
щиков, прибы  
Однако тожде  
всего, будет л  
образец) стану  
зях общения,  
20—30 лет ра  
копия в новы  
в эпоху пред  
сказать; что э  
нителен, то вр  
чит естествен  
человека биол  
тичные люди  
и могут погиб  
демии, если у

Нельзя кл  
шое, что мож  
териал. К это  
ных ученых м

Недавно и  
провел экспе  
века не фанта  
у женщин бл  
ядра, на мест  
лых спермат  
В трех случа  
яйцеклетки с  
бластоцисты,  
дить в матк  
этого метода  
три зародыш  
но, что роди  
торого были  
ным набором  
Генетики  
наследственн



рование людей, то есть получение точных генетических копий одного человека, но есть ли смысл? Можно обойти таинства природы и создать идентичный образец какого-нибудь гения, певца, политического деятеля, ученого, можно создать много копий одаренной выдающейся личности или целый клон (человек 20) детективов (как в фильме «Римские каникулы», когда из самолета высыпается серия одинаково одетых, с одинаковыми лицами сыщиков, прибывших на розыски пропавшей принцессы). Однако тождество с исходным образцом у копий, скорее всего, будет лишь внешним. Скопированные образцы (или образец) станут развиваться в новых условиях и иных связях общения, на новом уровне знаний и умения. Минимум 20—30 лет разделят копию и оригинал. Как поведет себя копия в новых условиях, оригинал которой так блистал в эпоху предыдущего поколения? Можно с уверенностью сказать, что это будет новая личность. И если успех сомнителен, то вред несомненен. Ведь эксперимент противоречит естественному ходу эволюции, он лишает природу человека биологического разнообразия. Генетически идентичные люди начнут страдать от одинаковых болезней и могут погибнуть в один час во время какой-нибудь эпидемии, если у них будут одинаковые дефекты иммунитета.

Нельзя клонировать характер или талант. Самое большое, что можно сделать, — пересадить генетический материал. К этому выводу пришло большинство прогрессивных ученых мира. И все же...

Недавно известный американский эмбриолог Л. Шеттлс провел эксперименты, показавшие, что дубликаты человека не фантастика. Во время гинекологических операций у женщин были получены яйцеклетки. Из них удаляли ядра, на место которых трансплантировали ядра из незрелых сперматозоидов, имеющих двойной набор хромосом. В трех случаях пересадки ядер оказались успешными, яйцеклетки с новыми ядрами дробились и достигли стадии бластоцисты, во время которой зародыша можно пересадить в матку. Шеттлс выступил против использования этого метода по отношению к человеку. Но если бы эти три зародыша были пересажены женщинам, не исключено, что родились бы генетические копии мужчины, от которого были получены незрелые мужские гаметы с двойным набором хромосом.

Генетики давно уже пытаются искать связь между наследственностью и уровнем интеллекта, выдающимися



способностями и вообще поведением человека. Такие попытки проводились и раньше. Например, в 1925—1926 гг. было издано несколько выпусков «Клинического архива гениальности и одаренности» под редакцией профессора Свердловского университета Г. В. Сегалина.

В этих выпусках обращалось внимание на то, что потомки гениев, как правило, не наследуют их гениальности.

Этой же интересной проблемы касается в своей статье «Наследственность и воспитание» академик Макс Штеенбек (ГДР).

«Наследственность не просто закодирована в каждом индивиде, — пишет он, — она проявляется во взаимодействии различных генов, полученных от обоих родителей. Поэтому дети выдающихся личностей редко становятся тоже гениями, и было бы просто несправедливо этого от них ожидать. Раннее воспитание ребенка, направленное на формирование его знаний и его характера, имеет огромное значение. Все зависит от того, в какой окружающей обстановке оно происходит. Сюда относятся и родительский дом, и ясли, и детский сад, и школа со всеми связанными с ними общественными силами.

Несомненно, на каждом этапе жизни человека необходимо постоянное сочетание и социальных, и биологических факторов. Только это гарантирует гармоничное развитие личности, причем отсутствие звеньев одной программы (например, социальной) нельзя компенсировать другой. Никакая благодатная наследственность тут не поможет.

Для того, чтобы врожденные способности смогли развиваться, должны быть необходимые условия. Однажды американские психологи с помощью разработанных ими тестов отобрали несколько человек, показавшихся им одаренными, из группы людей, не имеющих определенных занятий («мусорщиков»). После года-двух занятий с ними по специальной программе уровень их знаний и характер мышления поднялись до уровня преподавателей физики и математики колледжей. Влияние на наследственность может быть перспективным только в отношении предупреждения тяжелых наследственных дефектов.

Ну, а как же все-таки быть с гениями? Ведь несомненно, что общество становится богаче и материально, и духовно, когда порождает особо одаренных людей. Выдающиеся биологи и социологи прошлого подметили одну любопытную закономерность. Единственный ребенок в

семье  
стать за  
меньше  
ле удов  
Мать и  
но каст  
вость е  
гимнаст  
венным  
обнару  
Наконе  
являютс  
есть фу  
ствуется  
чтобы м  
с перво  
лософ-а  
го» в 19  
Огра  
их физи  
Эмбр  
чении р  
вых пот

Рожд  
нашего  
жизнь п  
Мног  
бины соз  
если мы  
умением  
любое др  
Наук  
во всемо  
о которо  
«Вот  
гордую г  
праху ст  
дений, за  
ли стоит  
бесчислен  
конца пу



семье далек, как правило, от того, чтобы иметь шансы стать замечательным человеком. Причем он имеет их тем меньше, чем лучше о нем заботятся его родители в смысле удовлетворения его малейших прихотей и капризов. Мать и отец «высиживают» свой первый отпрыск, духовно кастрируя его своими мелкими заботами, и их угодливость его желаниям избавляет его от всякой моральной гимнастики. Всякий ребенок, готовящийся стать единственным наследником маленького состояния, неминуемо обнаружит мало энергии в борьбе за достижение цели. Наконец, это физиологический факт, что первенцы часто являются менее крепкими и менее умными: материнство есть функция, которая, как всякая функция, совершенствуется от повторений и привычки. «Редко случается, чтобы матери, подобно поэтам, создавали свои шедевры с первого раза», — писал прогрессивный французский философ-атеист М. Гюйо в книге «Иррелигиозность будущего» в 1909 году.

Ограничивать количество детей — значит ограничить их физические и интеллектуальные способности.

Эмбриология не может поддерживать идеи об ограничении рождаемости, если речь идет о генетически здоровых потомках.

Рождение ребенка — это праздник в семье. Весь смысл нашего рассказа о жизни до рождения был в том, чтобы жизнь после рождения ничем не омрачалась.

Многие великие творения удивительной красоты и глубины созданы человеком. Они потрясают нас еще больше, если мы понимаем, что человек создал их собственным умением и талантом. Насколько он может быть выше, чем любое другое живое существо!

Наука борется за то, чтобы человек мог жить с верой во всемогущество и добро свободного человеческого гения, о котором так замечательно сказал Максим Горький.

«Вот снова величавый и свободный, подняв высоко гордую голову, он, медленно, но твердыми шагами идет по праху старых предрассудков, один в седом тумане заблуждений, за ним — пыль прошлого тяжелой тучей, а впереди стоит толпа загадок, бесстрастно ожидающих его. Они бесчисленны, как звезды в бездне неба, и Человеку нет конца пути!»



## ЛИТЕРАТУРА

Аntenатальная диагностика генетических болезней. Сб. под редакцией А. Е. Х. Эмери. М., Медицина, 1977.

Баглай Е. Б. Формирование представлений о причинах индивидуального развития. М., Наука, 1974.

Бердышев Г. Д., Криворучко И. Ф. Генетика человека с основами медицинской генетики. Киев, Вища школа, 1979.

Бляхер Л. Я. История эмбриологии в России XVIII—XIX вв. М., Изд-во АН СССР, 1955.

Брусиловский А. И. Функциональная морфология плацентарного барьера человека. Киев, Здоров'я, 1976.

Волкова О. В., Пекарский М. И. Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов человека. М., Медицина, 1976.

Вольф К. Ф. Предметы размышлений в связи с теорией уродов. Л., Наука, 1973.

Вязов О. Е., Дардиященко А. А. Научно-технический прогресс и здоровье будущего поколения. М., Знание, 1974.

Гексли Дж. и Г. де Бер. Экспериментальная эмбриология. ОГИЗ — Биомедгиз, 1936.

История биологии с древнейших времен до начала XX века. Под ред. С. Р. Микулинского. М., 1972.

Кнорре А. Г. Краткий очерк эмбриологии человека с элементами сравнительной, экспериментальной и патологической эмбриологии. Изд. 2-е. Л., Медицина, 1967.

Малиновский А. А. Биология человека. М., Знание, 1973.

Многотомное руководство по акушерству и гинекологии. Т. II, книга 1. Физиология женщины при беременности. Анатомия и физиология внутриутробного плода. М., Медгиз, 1963.

Нидхэм Дж. История эмбриологии. М., Гос. изд-во иностр. лит-ры, 1947.

Соколов Н. П. Наследственные болезни человека. М., Медицина, 1965.

Тератология человека. Под ред. Г. И. Лазюка. М., Медицина, 1979.

Пред  
От а

I. На п

1. По

2. «В

3. Ев

4. Ку

5. Эм

6. Эм

II. К ис

1. Де

2. Ги

3. Ода

же

4. И

5. Ма

6. «По

III. От кл

1. Кан

2. Что

3. Сов

4. Хим

5. Инд

IV. Интер

1. Пер

2. Его

3. Если

4. Когд

5. Чуде

V. Препя

1. Перв

2. Диаг

3. По з

4. С ке

5. Мака

6. Генет

7. «Род

VI. Пресле

1. Глав

2. Чело

3. Лиш

4. Стра

5. Сли

Сли

6. Опас

VII. Нескол

1. Дети

2. Какн

3. Мож

Литература



# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	5
От автора . . . . .	7
<b>I. На пути к знанию . . . . .</b>	<b>11</b>
1. Первые шаги . . . . .	11
2. «Все живое — из яйца!» . . . . .	22
3. Ева или Адам? . . . . .	26
4. Кунсткамера Петра I и академики России . . . . .	29
5. Эмбриологи начинают сравнивать... . . . .	35
6. Эмбриологический эксперимент. Возможно ли? . . . .	39
<b>II. К истокам жизни . . . . .</b>	<b>47</b>
1. Девственное развитие . . . . .	47
2. Гимн яйцу . . . . .	50
3. Ода в честь клетки, обладающей самостоятельным дви- жением . . . . .	52
4. И в мать, и в отца . . . . .	54
5. Мальчик или девочка? . . . . .	57
6. «Погасите свечу, они выходят на свет!» . . . . .	59
<b>III. От клетки — к организму . . . . .</b>	<b>63</b>
1. Как начинается новая жизнь . . . . .	63
2. Что такое развитие? . . . . .	70
3. Современный взгляд на старые проблемы . . . . .	76
4. Химия развития в трудах крымских эмбриологов . . . .	80
5. Индивидуальное развитие и эволюция . . . . .	82
<b>IV. Интервью с неродившимся младенцем . . . . .</b>	<b>88</b>
1. Первые месяцы жизни . . . . .	88
2. Его уже не называют эмбрионом . . . . .	96
3. Если разобрать его на части... . . . .	98
4. Когда начинать воспитание? . . . . .	103
5. Чудеса превращений . . . . .	108
<b>V. Препятствия, которые надо преодолеть . . . . .</b>	<b>111</b>
1. Первый в жизни барьер . . . . .	111
2. Диагнозы до рождения . . . . .	119
3. По законам Менделя . . . . .	121
4. С кем мы в кровном родстве? . . . . .	126
5. Макаки резус и желтые младенцы . . . . .	130
6. Генетика человека . . . . .	134
7. «Родила царица в ночь...» . . . . .	142
<b>VI. Преследования злого рока? . . . . .</b>	<b>149</b>
1. Глава, от которой покоробит эстетов . . . . .	149
2. Человек — дитя природы . . . . .	156
3. Лишняя чашка кофе . . . . .	161
4. Страшные последствия от «прекрасных» лекарств . . . .	166
5. Слишком сильный ветер, Слишком большой шум, Слишком яркий свет . . . . .	170
6. Опасные болезни . . . . .	172
<b>VII. Несколько решенных и нерешенных проблем . . . . .</b>	<b>177</b>
1. Дети из колбы . . . . .	177
2. Каким он будет, человек будущего? . . . . .	180
3. Можно ли родиться вновь? . . . . .	184
Литература . . . . .	190



Аркадий Исаакович Брусиловский

ЖИЗНЬ ДО РОЖДЕНИЯ

Главный отраслевой редактор В. Демьянов  
Редактор К. Томилина  
Мл. редактор Н. Терехина  
Художники Н. П. Ноздрачев, В. Н. Конюхов  
Худож. редактор М. Гусева  
Техн. редактор С. Птицыца  
Корректор С. Мосейчук

ИБ № 6449

Сдано в набор 08.09.83. Подписано к печати 12.03.84. А 10685. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага тип. № 1. Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая. Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр.-отт. 10,40. Уч.-изд. л. 10,35. Тираж 150 000 экз. Заказ 3—415. Цена 35 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 847712. Отпечатано на Киевской книжной фабрике республиканского объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, 252054, Киев, ул. Воровского, 24.



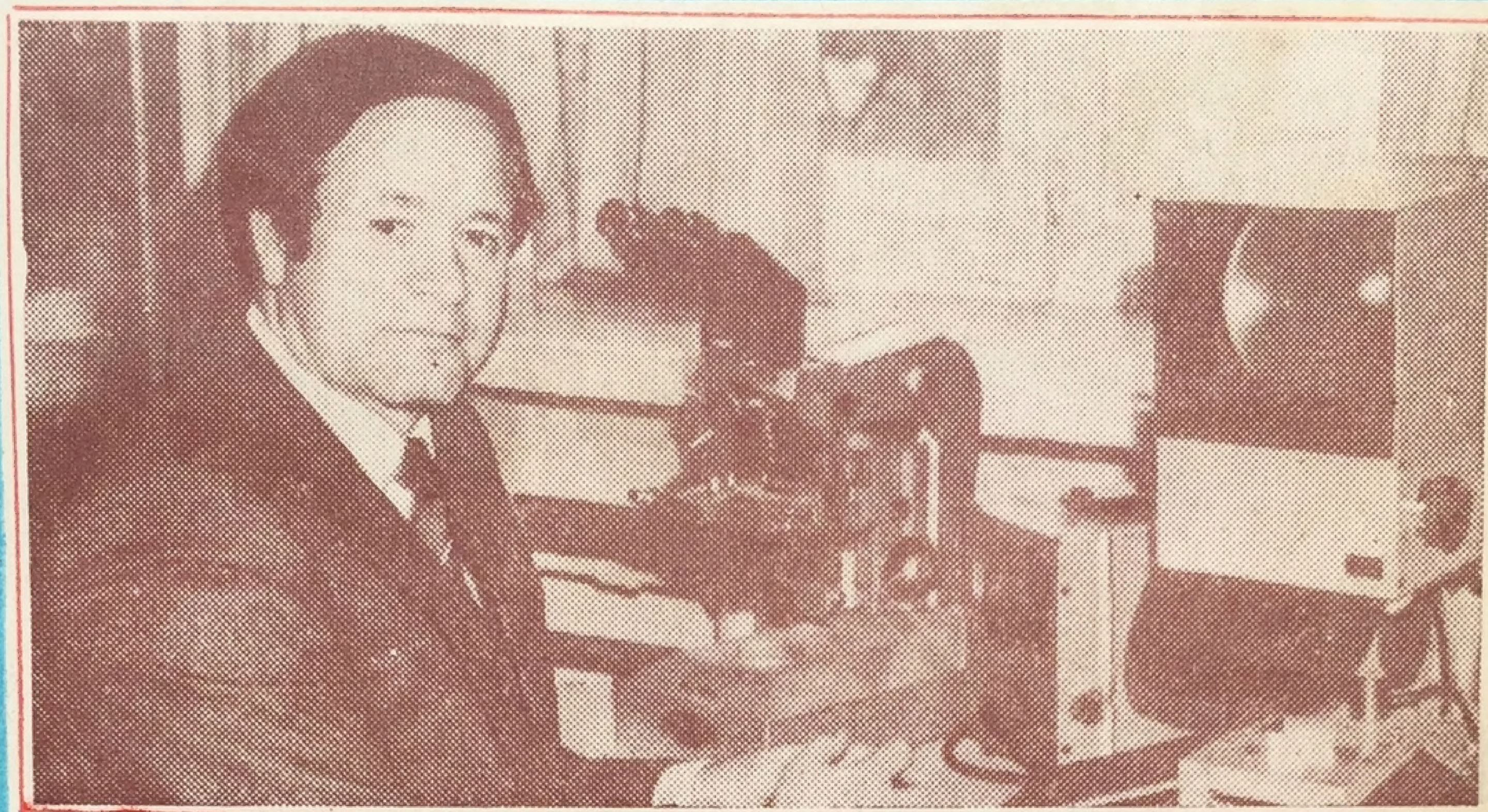
нов

тов

печат  
Бу-  
ловая.  
о-отт.  
За-  
ание».   
Д. 4.

еспуб-  
ском-  
О. 24.





**Аркадий Исаакович Брусиловский — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии и эмбриологии Крымского медицинского института, автор более 200 научных и научно-популярных публикаций. Собственные научные интересы его лежат в области проблем медицинской эмбриологии, в частности, закономерностей развития внутренних органов и плаценты человека.**

**Активный участник ряда международных конгрессов, всесоюзных и республиканских совещаний по эмбриологии и генетике.**